¿POR QUÉ LOS ASTRONAUTAS NO LLORAN?

JORGE ALCALDE

LA GRAN CIENCIA DE LAS PEQUEÑAS COSAS

¿Qué es más importante, saber medir una galaxia o entender el lenguaje del llanto de tu bebé? ¿Atrapar el bosón de Higgs o comprender por qué envejecen nuestros padres? ¿Descubrir un fósil remoto o conocer qué hay después de la muerte? ¿Por qué la ciencia sabe tanto de neutrinos y tan poco del amor? ¿Por qué hemos fotografiado planetas lejanos y desconocemos qué ocurre de verdad en nuestro cerebro?

A lo largo de más de dos década dedicadas a la divulgación de la ciencia Alcalde ha tenido la oportunidad de encontrarse con los más prestigiosos científicos del mundo. De todos ellos ha aprendido las luces y las sombras de la ciencia, y en este libro nos desgrana las grandes cuestiones de la vida cotidiana ante las que la ciencia aún se siente diminuta. Desde la formación de las lágrimas hasta las probabilidades de que toque la lotería, desde el origen del instinto paternal a las verdaderas causas del envejecimiento. Desde la increíble información que contiene una gota de sangre, y que aún no somos capaces de descifrar, hasta el lugar donde se producen las emociones humanas.

¿Por qué los astronautas no lloran? es un homenaje a lo que sabemos, pero sobre todo a lo que ignoramos. Porque quizás el latido de un corazón sea más simple que la estructura de un cúmulo de galaxias, pero para nosotros es mucho más importante y queremos que la ciencia nos ayude a comprenderlo.

Jorge Alcalde

¿Por qué los astronautas no lloran?

La gran ciencia de las pequeñas cosas

ePub r1.0
Titivillus 01.07.2023

Título original: *¿Por qué los astronautas no lloran?*
Jorge Alcalde, 2015

Editor digital: Titivillus
ePub base r2.1

Índice de contenido

Introducción

1. Llamadas desde el cielo

2. Un pájaro en mano vale más que 2,48 volando

3. La rata que nos salvará la vida

4. La revolución de la leche

5. ¿Por qué tu pareja siempre tiene los pies fríos?

6. ¡Qué me dices!

7. Sé que me estás oyendo…

8. ¿A qué abuelo te pareces más?

9. Los astronautas no lloran

10. Mírame a los ojos y contesta

11. Comprar es una locura…

12. Fieramente humanos

13. H. M. donó su cerebro a la ciencia, pero él no lo recuerda

14. Los autobuses siempre vienen de tres en tres

15. A fuego lento

16. Cómo matar a un equipo de fútbol sin tocarlo

17. ¿Todos los genios son tímidos?

18. En el nombre del padre

19. Si crees que vas a morir, morirás

20. Un crucifijo en Atapuerca

21. Una caricia tuya bastará para sanarme

22. Doctor, ¿después de operarme la cadera, podré seguir haciendo el amor?

23. La liga de las mentes extraordinarias

24. De tripas corazón

25. Niño, no seas preguntón

26. Malas compañías

27. El misterio de Eva

Sobre el autor

Para Eva, por su ciencia inexplicable

INTRODUCCIÓN

El apetito que no se sacia nunca… O casi nunca

Dicen los científicos que el sexo es algo así como un error de la naturaleza. Con ideas como ésta no es de extrañar que tengan fama de aburridos. La fama, por cierto, es del todo inmerecida. Ser serio y riguroso no significa necesariamente ser un tostón. Lo dijo Chesterton, ¿no? «Divertido no es lo contrario de serio, divertido es lo contrario de aburrido». O sea, que se puede ser muy serio y muy divertido a la vez. Y en ciencia, mucha gente lo es.

Pero habíamos empezado esta introducción con una frase realmente preocupante. ¿El sexo, como estrategia general, es un error? En realidad, a lo que se refieren algunos investigadores es a los muchos inconvenientes que la reproducción sexual de animales y plantas ha demostrado tener desde el punto de vista biológico. Y es que eso del sexo, que sólo lleva 1.000 millones de años existiendo (es decir, menos de un tercio de la edad de la vida terrestre), todavía plantea demasiados problemas.

El estudio en perspectiva de la peripecia de la vida en la Tierra nos demuestra que, durante más de 2.300 millones de años, los animales y plantas del planeta se reproducían asexualmente. No necesitaban un padre y una madre: su ADN se duplicaba de manera espontánea y producía ingentes cantidades de individuos idénticos. Pero algo ocurrió en la evolución de la vida y empezó a proliferar otra forma de procreación.

Según la hipótesis conocida como Reina Roja, el sexo surgió como defensa de los organismos vivos ante la amenaza de los parásitos y los virus. El nombre de la teoría procede del famoso

episodio de Lewis Carroll en el que la Reina Roja le explica a Alicia cómo ha de correr todo lo rápido que pueda para permanecer en el mismo sitio. En biología se sabe que los parásitos están constantemente desarrollando nuevas formas de atacar a sus potenciales huéspedes, de manera que éstos han de evolucionar deprisa para evitar ser invadidos.

En una población de clones idénticos, los parásitos tienen muchas ventajas. Basta con que descubran la llave de entrada a un organismo para colonizar inmediatamente el resto de los individuos. Las especies que se reproducen por autoclonación son muy vulnerables, por lo tanto, a la contaminación parasitaria. Una estrategia para evitar tal amenaza sería recombinar los genes miles de veces para conseguir una variedad genética capaz de despistar al invasor. De ese modo, cada nuevo individuo será distinto al anterior (una mezcla única de genes). Es decir, la especie correrá más deprisa que los virus y parásitos mortales. Y el único modo conocido de lograr este cóctel de ADN es mezclando por partes iguales y de manera azarosa la mitad del código genético de un padre y la otra mitad de una madre. Cuando los hijos repiten la operación y luego los nietos, durante miles de generaciones, el resultado es una segura y próspera diversidad.

El problema es que el sexo (desde el punto de vista meramente biológico, por supuesto) es una lata. Primero porque expone a los organismos al riesgo de que la combinación genética sea perjudicial (abortos, malformaciones, enfermedades hereditarias). Segundo, porque es menos prolífico. Una especie asexual produce, de media, el doble de crías útiles que una sexual. Tercero, porque puede ser una fuente de transmisión de enfermedades infecciosas. Y cuarto, porque se necesitan ingentes cantidades de energía para que su función tenga éxito. Piensen en la cantidad de genes destinados a hacer crecer lustrosas cornamentas al macho cabrío, a pintar de colores llamativos las plumas de las aves, a realizar incómodas danzas prenupciales, a diseñar eficaces órganos genitales que sirvan para canalizar los espermatozoides, a fabricar hormonas, células sexuales, placentas, feromonas, largas cabelleras rubias, formas voluptuosas, abdominales en forma de tabla o Ferraris descapotables… Todo ello con el único fin de aparearse.

Está demostrado que los animales y plantas que se reproducen

asexualmente ahorran considerables cantidades de dotación genética que pueden emplear en funciones más útiles (repito, desde el punto de vista biológico) como comer, crecer, adaptarse al entorno o defenderse de los predadores. En la actualidad, existen muchas especies, sobre todo vegetales, que prescinden del sexo y otras cuantas (como ciertos tipos de caracoles) que pueden escoger entre un tipo y otro de reproducción.

¿Por qué es, entonces, tan popular entre los animales superiores esta práctica de la cópula? La teoría de la Reina Roja no sería suficiente por sí sola para explicar esta predilección. Varios cálculos matemáticos sugieren que no hay en el planeta suficientes parásitos para justificar un cambio tan radical de costumbres reproductoras. Para conseguir una diversidad genética que permita defenderse de ellos, bastaría con que «algunos miembros de la especie» se aparearan «de vez en cuando». Pero sucede que casi todos los miembros de casi todas las especies se aparean muy a menudo. ¿Por qué?

La explicación podría estar en otro tipo de defensa: en este caso, contra los genes gorrones. En las especies asexuales, surgen frecuentemente genes inútiles que no son eliminados por selección natural. Se «pegan» a los genes útiles y se transmiten de generación en generación. Pero en cuanto se trata de reproducción sexual, el escenario es de libre competencia. Sólo las combinaciones de genes más útiles tendrán éxito evolutivo y podrán transmitirse de padres a hijos. A lo largo de generaciones, los genes gorrones terminan desapareciendo y la especie mejora. O sea, que el sexo es a la biología lo que el libre mercado es a las sociedades: ofrece más oportunidades y más libre competencia aunque, a cambio, elimina del sistema a los más débiles.

Con todo ello, en cualquier caso, la naturaleza no fue capaz de convencer por sí sola a la mayoría de las especies animales. No parecían argumentos suficientes para entregarse a la peligrosa y energéticamente exigente actividad sexual. Tuvo que inventar un cebo. Y, evidentemente, el cebo es el apetito, la necesidad impulsiva de aparearse que culmina con la satisfacción y el placer.

De no existir el apetito sexual a buen seguro hoy seríamos una banda de pseudovegetales reproduciéndonos aburridamente por esporas.

Es curioso porque, en el fondo, ocurre lo mismo con la alimentación. El oso de las cavernas jamás habría salido de su cueva caliente y confortable si no tuviera la necesidad imperiosa de comer. Los apetitos mueven el mundo. La búsqueda de la satisfacción está en la base de nuestra capacidad evolutiva de competir. Y de alguna manera la selección natural ha ido permitiendo que aquellos que son más duchos en la aventura de dar satisfacción a sus apetitos tengan mayores probabilidades de sobrevivir. El apetito es motor de la evolución.

Jorge Wagensberg, uno de los maestros de todos los que hoy nos dedicamos a la divulgación científica en cualquiera de sus formatos, nos sorprendió hace tiempo proponiendo una bella idea. ¿Y si la cultura fuera también una suerte de apetito? Del mismo modo que sentimos gozo cuando satisfacemos nuestras necesidades físicas de sexo y alimento, conocer algo nuevo también genera un placer indescriptible (en el capítulo 25 recojo algunos intentos de la ciencia por describirlo). El «gozo intelectual», como lo llama Wagensberg, es tan potente como (y, en ocasiones, más estimulante que) el placer físico y cabalga a lomos de una herramienta poderosísima que, hasta donde alcanzamos a conocer, es exclusiva de los seres humanos: la gloriosa habilidad de hacernos preguntas.

Alguien me hizo ver un día que la gran aportación de Google a nuestra civilización no es la posibilidad de encontrar millones de respuestas, sino la de hallar miles de millones de preguntas. En el buscador todopoderoso están todas las preguntas posibles (o casi todas). Desde luego, trillones de veces más preguntas de las que a cualquiera de nosotros se nos hubieran ocurrido en toda una vida. Cada vez que alguien pregunta algo original, algo que no se nos había pasado por la cabeza, experimentamos un gozo especial no comparable a ningún otro. Es evidente: no hay preguntas tontas, hay tontos que nunca se hacen preguntas. Y el ser humano no es tonto.

Por eso, la ciencia lleva acompañándonos toda la existencia, desde tiempos inmemoriales, mucho antes incluso de que existiera la propia palabra «ciencia». Los seres humanos, por ejemplo, estamos unidos al cielo por un hilo invisible y milenario. Algo conservamos de nuestros abuelos, acostumbrados a vivir al ritmo que marcan las estrellas. Hasta hace muy poco, la contemplación

del cosmos era una estrategia de supervivencia. Se requería conocer algo de astronomía doméstica para anticipar las estaciones, la duración de los días, las migraciones de las aves y el clima.

Un agricultor egipcio sabía más de astronomía, quizás, que un estudiante de bachillerato de hoy. Necesitaba saber cuándo sembrar y recoger, cuándo proteger las plantas de las inclemencias del tiempo, cuándo buscar cobijo para el ganado… De ahí que observara con atención las estrellas y la Luna, por la noche, y las nubes y los vientos, por el día.

Hoy, mirar al cielo es una afición para algunas personas y una tarea para muchos investigadores. Pero el común de los mortales se pasa la vida sin saber dónde está la Estrella Polar y sin disfrutar del gozo intelectual que produce descubrirla en el cielo. Los miembros de nuestra especie que son capaces de iluminarnos, de encender en nuestras modestas cabecitas la pasión por el saber deberían ser tratados como héroes.

En mi carrera profesional pocas cosas me han producido tanta satisfacción como intercambiar unas breves ideas con uno de ellos, el mítico Carl Sagan, poco antes de que una mielodisplasia se lo llevara para siempre. Incluso en esos últimos momentos de su vida aquel hombre sabio y modesto (como en el fondo lo son todos los sabios) no dejó de fascinarse por el poder de la ciencia como fuente de satisfacciones. Creía a pies juntillas que descubrir que el universo nació hace 15.000 millones de años y no hace 12.000 años, como algunos deducen de la Biblia, no nos hace más pequeños, sino que nos da una imagen de su grandeza. Acariciar la idea de que somos una compleja asamblea de átomos y no el aliento de un eco sobrenatural realza, al menos, nuestro respeto hacia los átomos. Hallar, como parece probable, que nuestro planeta no es más que uno entre miles de millones de mundos que forman la Vía Láctea expande majestuosamente el abanico de lo posible. Darnos cuenta de que nuestros ancestros eran también los abuelos de los simios nos une al resto de las formas vivientes y genera reflexiones sobre la naturaleza humana trascendentales y, a veces, tristes, pero irremediablemente fascinantes. Ése es el efecto que conocer algo más provoca en nuestros corazones.

Es cierto que, en ocasiones, a los que nos ha tocado la tarea de explicar los misterios de la ciencia se nos escapa que la verdadera

fascinación por el conocimiento no está en los grandes teoremas ni en las ufanas publicaciones técnicas, sino, como el Dios de santa Teresa, entre los fogones.

¿Qué es más importante, saber medir una galaxia o entender el lenguaje del llanto de tu bebé? ¿Atrapar el bosón de Higgs o saber por qué envejecen nuestros padres? ¿Descubrir un fósil remoto o saber qué hay después de la muerte?

¿Por qué la ciencia sabe tanto de neutrinos y tan poco sobre el amor? ¿Por qué hemos fotografiado planetas lejanos y desconocemos qué ocurre de verdad en nuestro cerebro?

A lo largo de más de dos décadas dedicado a la divulgación de la ciencia, he tenido la oportunidad de encontrarme con los más prestigiosos científicos del mundo. De todos he aprendido las luces y las sombras de la aventura de saber más. Basándome en sus historias reales, en hechos que se siguen investigando en los laboratorios de los cinco continentes, he tratado de recopilar algunas de las grandes cuestiones de la vida cotidiana ante las que la ciencia aún se siente diminuta. Desde la formación de las lágrimas hasta las probabilidades de que toque la lotería, desde el origen del instinto paternal a las verdaderas causas del envejecimiento. Desde la increíble información que contiene una gota de sangre —y que aún no somos capaces de descifrar— hasta el lugar donde se producen las emociones humanas.

¿Por qué nos enamoramos? ¿Por qué tendemos a creer en religiones? ¿Hay algo después de la muerte? ¿Cómo podemos ser más felices en el trabajo? ¿Cómo funciona la memoria humana? ¿Por qué hay gente con carisma? ¿Por qué te alivia el dolor la caricia de tu madre? ¿Qué hace que nos enternezca la sonrisa de nuestro hijo? ¿Qué es realmente la locura? ¿Por qué no podemos eliminar el cáncer? ¿El ser humano es violento o solidario por naturaleza? ¿Por qué nos interesa tanto la vida de los famosos?

Si no se ha preguntado nunca ninguna de estas preguntas, no lea este libro.

La gran ciencia de las pequeñas cosas es un homenaje a lo que sabemos, pero sobre todo a lo que ignoramos. Porque quizás el latido de un corazón sea más simple que la estructura de un cúmulo de galaxias, pero para nosotros es mucho más importante y queremos que la ciencia nos ayude a comprenderlo.

1
LLAMADAS DESDE EL CIELO

Un médico que vino de la muerte y un gato que avisó de la suya

Empezar un libro que versa sobre la vida hablando de la muerte puede parecer una mala elección. Pero no tanto si nos cuentan que precisamente ese último momento de nuestra presencia en el mundo, el instante en que nuestro corazón deja de latir, nuestro cerebro descansa plano y nuestra temperatura corporal empieza a desplomarse, es uno de los mayores enigmas que aún le quedan por resolver a la ciencia. En el fondo, la muerte es otro proceso más de la vida. No es un único momento, no es un segundo fatal…, es un tránsito pausado y paulatino del que, además, se puede volver. Por eso se ha convertido en un apasionante terreno de estudio para la neurociencia. Y por eso, aquellas personas que aseguran haber transitado ese lapso y han podido volver para contarlo son tan codiciadas por los científicos. Sin ir más lejos, el 20 por ciento de los pacientes que han sobrevivido a una parada cardiorrespiratoria aseguran haber experimentado algo muy similar —lo que los expertos llaman experiencia cercana a la muerte—, que les ha cambiado para siempre la vida. Hay mucha, muchísima, gran ciencia detrás de esa pequeña cosa que es dejar de respirar.

Que se lo digan si no a Sam Parnia, jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos de la Universidad Stony Brook en Nueva York, al que llaman «el médico que resucita a los muertos». En su departamento ostentan un glorioso récord: un tercio de los pacientes que ingresan en muerte clínica por ataque al corazón

vuelven a vivir. Cuando conoces a Sam te sorprende su juventud, su aspecto de médico de una teleserie americana y la seguridad con la que lanza al aire ciertos puñetazos intelectuales: «Yo creo que cualquier persona que muere por algo que podría ser reversible no debería morir. Ninguna víctima de un ataque al corazón tendría que morir». Sam cree que un fallo cardiaco es un problema relativamente fácil de solucionar. Si se consigue controlar el proceso post mórtem, es posible intervenir, desobstruir las arterias, colocar un estent y lograr que el corazón vuelva a latir. Si esto no ocurre más a menudo, es sencillamente porque no todos los médicos que atienden en las salas de emergencias de los hospitales de todo el mundo saben tanto de la muerte como el doctor Parnia.

Sus investigaciones sobre ese momento del proceso vital humano le han permitido llevar más allá que ningún otro médico el uso de la tecnología de reanimación. Los estándares internaciones recomiendan mantener los ejercicios de resucitación cardiopulmonar entre 20 y 40 minutos después de una parada cardiaca. Pero Parnia ha logrado devolver a la vida a una persona más de una hora después del colapso. Si se siguen mejorando las técnicas de asistencia en estos casos, Sam cree que dentro de 20 años será posible recuperar un corazón parado 12 e incluso 24 horas después de su último latido. ¿No deberíamos llamar a esto «resucitar» a un muerto?

Desde luego, no tiene nada de mágico. Es simple y llanamente el uso extremo del conocimiento científico aplicado a la vida cotidiana (o quizás debamos decir a la muerte cotidiana). Cuando el corazón de una persona deja de latir, el paciente pierde inmediatamente la consciencia. Se detiene también la respiración y, en cuestión de segundos, el cerebro deja de funcionar correctamente. Las pupilas se paralizan dilatadas, la señal del electroencefalograma permanece plana. Es el fin. ¿O no?

Los médicos como Parnia basan sus expectativas en que no existe un momento único en el que todo eso ocurre. Quizás, y esto es lo más estremecedor, todas esas señales puedan ser interpretadas como el final de la vida en algunos casos, pero no en todos. Una intervención adecuada en alguna de esas fases puede detener la cadena de acontecimientos. Pero para ello el médico debe esperar un poco más antes de certificar la muerte y mandar el «cadáver» al

tanatorio.

La razón por la que los médicos no suelen ir más allá de los 40 minutos en sus empeños por rescatar a un paciente clínicamente muerto es porque se cree que el cerebro es un tejido muy débil, y que unos minutos sin flujo de oxígeno pueden dañarlo, de modo que la persona en cuestión estaría condenada a un eterno estado vegetativo si superara ese umbral. Parnia cree que esto es un error. Por eso ha diseñado un protocolo especial de actuación sin tener en cuenta dicho temor.

Comienza con la aplicación de compresión pectoral tan pronto como se pueda. Primero a mano y luego, si es necesario, con una máquina. Luego se aplica respiración asistida a razón de ocho respiraciones por minuto. A partir de ese momento, se procede a enfriar el cuerpo hasta los 34 grados. Con el enfriamiento se reducen las necesidades de oxígeno del cerebro y se evita que se formen algunas toxinas como el peridóxido de hidrógeno que agilizan la muerte celular. Todas estas prácticas están reguladas internacionalmente, aunque no se aplican con asiduidad en los hospitales. Parnia añade algunos ingredientes de su propia cosecha a la receta. Monitoriza permanentemente la presencia de oxígeno en la sangre del paciente y cuanta llega al cerebro. Si el flujo se mantiene al 80 por ciento, las cosas pintan bien. Si baja de ese ratio, entra en acción la máquina de resucitar.

Así llaman coloquialmente a ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea). Es un aparato que suele usarse para tratar a niños prematuros muy graves o a adultos en fase crítica. En España existen cerca de 15 hospitales que cuentan habitualmente con ella. A través de dos catéteres se extrae la sangre del paciente, se oxigena en el exterior del cuerpo y se vuele a introducir en los órganos. Es como hacer un cortocircuito al corazón. En Japón y en Corea del Sur se utiliza con frecuencia para tratar a personas infartadas. El caso de éxito más espectacular es el de una mujer coreana que estuvo clínicamente muerta tres horas, fue tratada durante seis horas con esta maquina y recobro la consciencia. Llegó incluso a tener un hijo después de ese episodio. En cualquier otro hospital del mundo, habrían declarado su fallecimiento una hora después del ataque.

Volver del mundo de los muertos es posible. Aunque para ello

posiblemente haya que redefinir a que llamamos «muerte».

¿Qué se siente al morir? Pocas preguntas afectan como ésta al interés general de todos los ciudadanos del planeta y, sin embargo, pocas son tan largamente obviadas por nuestros temores, prejuicios o creencias religiosas. Porque, a pesar del miedo y la desesperanza que nos produce el postrero adiós, en el fondo no hay nada que temamos más que despedirnos de esta vida sin ser conscientes del viaje sin retorno que estamos realizando. Queremos saber qué ocurre, con la curiosidad del homínido que inicia la última de sus conquistas territoriales, y querríamos volver para contarlo.

Hay gente que asegura haberlo hecho. Cada vez más. Alentados por el poder de las nuevas tecnologías médicas, capaces de prolongar el óbito y alargar como el chicle el suspiro final, relatan sus experiencias de ida y vuelta en las cercanías de ocaso, cuentan sus visiones ante los brazos de la muerte y sus generalmente agradables, luminosas, incluso placenteras relaciones con la mente en el puente que une el ser y el no ser. Para algunos, estas experiencias son una evidencia de la existencia de una vida de ultratumba. Para otros (la mayoría de los neurocientíficos, por ejemplo) no son más que fenómenos alucinatorios provocados por el deterioro del cerebro moribundo y su interés reside en que nos aportan datos sorprendentes sobre el poder sugestivo de las neuronas.

Pero existe una tercera vía para entender el fenómeno. Las experiencias cercanas a la muerte no son ni huellas del más allá, ni meros subproductos de la mente deteriorada. Puede que se trate de una manifestación exquisita de la psique humana, a la que hay que abordar desde la neurología, la química y la psicología y que arroja conclusiones mucho más apasionantes que el más vívido de los sueños. Quienes las viven las experimentan como absolutamente reales y sus vidas quedan transformadas para siempre después del suceso. Son una puerta abierta a un mejor entendimiento de la naturaleza humana, de la mente, de la conciencia y del yo.

La realidad incuestionable es que estas percepciones (visiones, experiencias, llámeselas como se quiera) son cada vez más habituales en un entorno sanitario superespecializado donde la mayoría de la gente, lejos de morir en casa, rodeado de sus familiares y sin medicar, suele recibir el envite final de sus vidas en

el aséptico y frío entorno hospitalario, atiborrado de fármacos y, en demasiadas ocasiones, solo. Paradójicamente, la extrema medicalización de la muerte puede que haya conducido a un aumento de las experiencias límite.

Sorprende observar que muchas de estas experiencias siguen un patrón similar, descrito en 1980 por el investigador de la Universidad de Connecticut Kenneth Ring. Tras entrevistar a 102 personas que habían regresado de una muerte casi segura (el 50 por ciento de ellos tuvo las mismas sensaciones), Ring estableció cinco fases que se repiten en todos los casos:

1. Sensación de paz
2. Impresión de que el cuerpo se separa de la mente
3. Viaje hacia un espacio oscuro con forma de túnel
4. Visión de una brillante luz al fondo
5. Entrada en un espacio luminoso y agradable

Algunos de estos rasgos parecen ser universales. La cultura o las creencias de las personas que experimentan estos eventos no parecen influir en su configuración. El túnel, la luz y la sensación de paz permanecen en los relatos de todo tipo de individuos. Aunque, como asegura la psicóloga Susan Blackmore, la pregunta crucial es si será necesario estar al borde del deceso para vivir estas alucinaciones. La respuesta es: no.

Se ha constatado que personas consumidoras de ciertas drogas, individuos extremadamente cansados e incluso en circunstancias más o menos cotidianas han pasado por situaciones similares. En todos los casos, eso sí, se trata de algo más que meras visiones. Los sujetos que las sufren no relatan frases del tipo «era como si alguien se acercara a mí», «creía ver unos ángeles», «tuve una visión»… Al contrario, todos ellos viven el acontecimiento con una sensación de realismo atroz.

En España, médicos como Alberto del Arco y Gregorio Segovia (del departamento de Fisiología de la Facultad de Medicina en la Universidad Complutense de Madrid), Alberto Porras-Chavarino (de la Unidad Médica Pfizer de Madrid) y Rodrigo Martínez (de la Unidad de Neurología Experimental del Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo) unieron sus esfuerzos para poner algo de sentido medico en un tema tan proclive a la hipérbole paranormal.

En su trabajo «Experiencias no tan cercanas a la muerte» los autores introducen una pertinente reflexión sobre el propio hecho biológico del deceso. Es sabido que, actualmente, se define como muerte el cese permanente o irreversible de las funciones básicas del organismo como un todo. Esto incluye el control cerebral de la respiración y la circulación, la regulación neuroendocrina y homeostática y la conciencia. «En definitiva —advierten—, la muerte es igual a muerte cerebral».

Teniendo esto en cuenta, la muerte es un proceso evidentemente irreversible del que nadie puede regresar. De manera que es muy probable que en muchos de los casos relatados en realidad nos hallemos ante un mal diagnóstico de muerte. El dato es importante porque introduce un estado biológico excepcional en buena parte de los pacientes que relatan experiencias paranormales: se encuentran en fase de «muerte aparente» o, mejor dicho, de «vida mínima». Estos estados se describen a menudo en personas que sufren paradas cardiorrespiratorias y en enfermos en estado vegetativo en las que no hay muerte cerebral pero el metabolismo encefálico se reduce hasta un 50 por ciento. En otras palabras, estos individuos se encuentran en una situación bioquímica y neurológica extrema que justificaría comportamientos cerebrales altamente extraños.

Por otro lado, la muerte cerebral implica la imposibilidad de percibir todo tipo de estímulos externos. Incluso en un estado de vida mínima se producen afectaciones en áreas cerebrales que tienen que ver con la memoria.

Todo esto dota de gran interés al estudio de las experiencias cercanas a la muerte como una puerta de conocimiento al funcionamiento de nuestro cerebro consciente y nos descubre que, en algunas ocasiones, podemos percibir como real algo que, a todas luces, es irreal. Los citados autores españoles han descubierto por qué. La percepción no es otra cosa que la conjunción de procesos neurofisiológicos por los que tomamos conciencia del mundo que nos rodea. Para ello entran en juego complicadísimos mecanismos que van desde las bases sensoriales de la vista, el oído, o el gusto, hasta las áreas cerebrales que se encargan de interpretar y dar sentido a la realidad observada. Cualquier alteración en alguna de dichas áreas puede provocar que el sujeto en cuestión perciba una realidad ficticia con el mismo patrón de respuesta física y

neurológica que desarrollaría ante un escenario real.

¿Podemos entonces engañar a la mente y, de manera deliberada, provocar sensaciones como las experiencias cercanas a la muerte en un paciente? Al parecer, sí. Al menos eso se deduce de un experimento científico más propio de una noche de Halloween que de los laboratorios del Instituto Suizo de Tecnología en Lausana donde se realizó. Sus autores querían provocar en individuos sanos la sensación de estar flotando fuera de su propio cuerpo. La prueba se basaba en la capacidad que tenemos los seres vivos de conocer los límites del cuerpo, lo que los científicos llaman propiocepción.

Igual que respiramos, digerimos comida, nos late el corazón o guardamos los recuerdos en la memoria sin pensarlo, sin ser conscientes de cómo lo hacemos, nuestro cuerpo también está permanentemente notando sus fronteras, los limites de la piel con el mundo exterior, sin que lo percibamos. La sensación de estar anclado a un volumen determinado, de pertenecer a unas coordenadas concretas de altura, peso, anchura, es inconsciente. Sin embargo, esa sensación puede ser quebrada. Ocurre, por ejemplo, en algunos ataques epilépticos. En casos graves, los pacientes aseguran haber creído que su cuerpo se alejaba de ellos. La literatura clínica recoge algunos ejemplos como éstos, extraídos de la mayor investigación realizada hasta la fecha sobre epilepsia y fenómenos extracorporales publicada en la revista *Human Neuroscience* en 2014:

> Una mujer de 28 años, graduada universitaria, padecía recurrentes episodios de epilepsia, además sufría síndrome de Marfan y síndrome de ovario poliquístico. Informa de entre 2 y 3 ataques de epilepsia cada semana desde que tiene 24 años. De ellos, al menos uno al mes es agudo y dura unos 20 minutos. En esos casos, siente que abandona su cuerpo. Nota que el cuerpo esta quieto y ella flota encima de él e incluso puede ver una imagen desde la altura del cuerpo y de sus alrededores.

> Hombre desempleado de 43 años, con epilepsia de origen no diagnosticado, sufre dos o tres ataques severos al año. Es alcohólico y consume ocasionalmente cocaína. En dos ocasiones ha experimentado que volaba por encima de su propio cuerpo y viajaba a otros lugares donde se encontraba con gente conocida. Durante ese episodio experimenta sensaciones de paz y bienestar.

> Hombre, 26 años, estudiante. Ha tenido ataques de epilepsia ocasionales. Cree que unos 20 en toda su vida. Siempre experimenta la sensación de que ve su cuerpo desde un punto lejano de observación.

Son sólo tres de los ejemplos que se encuentran en los archivos médicos de todo el mundo y que demuestran que algunos trastornos neurológicos como la epilepsia o el consumo de alcohol y drogas pueden provocar sensaciones realistas muy similares a las que relatan aquellos que dicen haber regresado de la muerte. Los científicos de Lausana quisieron ver si cualquier ser humano es susceptible de sentir lo mismo. Para ello reclutaron a 17 voluntarios, a los que pusieron unas gafas de realidad virtual donde se proyectaba una imagen de su espalda. Tenían de ese modo la extraña sensación de estar viendo la parte trasera de su cuerpo dos metros por delante de sus narices. Mientras duraba el experimento, una serie de electrodos medían sus constantes cardiacas. Con los datos de esos electrodos, los científicos idearon un juego algo más perverso: proyectaron sobre la imagen de la espalda de cada individuo un halo que podía latir al mismo ritmo de sus propios corazones, o no. Cuando el halo estaba sincronizado con el ritmo cardiaco, era como si el paciente pudiera «ver» el latido de su corazón.

Después de seis minutos observando imágenes de su cuerpo con halos sincronizados y no sincronizados con el corazón los voluntarios debían caminar algunos pasos hacia atrás y después recuperar su posición. Cuando hacían ese ejercicio tras haber «visto» su latido cardiaco todos fallaban: en lugar de volver a su posición inicial seguían andando hasta dos metros más adelante, es decir, donde estaba proyectada la imagen virtual de su espalda. El cerebro había terminado pensando, inconscientemente, que esa imagen era realmente su cuerpo. Los voluntarios incluso relataron que habían perdido la sensación de poseer un cuerpo, que habían «desconectado» de sus miembros durante algunos segundos.

Es la primera vez que se genera artificialmente una perturbación en la propiocepción (el sentido de permanecer en los límites de un cuerpo) y, por lo tanto, una demostración de que este tipo de experiencias, como las que se relatan en los momentos cercanos a la

muerte, pueden tener un origen neurológico.

De hecho, es en el cerebro donde los neurólogos buscan una explicación más certera a la pregunta de qué se siente al morir. Un estudio de la Universidad de Michigan demostró que las ratas, en plena fase de muerte clínica, cuando su corazón ha dejado de latir y la sangre abandona el cerebro, mantienen patrones de actividad neuronal similares a los de la consciencia. Veinte o treinta segundos después de la parada cardiorrespiratoria, los roedores mostraban un incremento de la actividad cerebral sincronizada parecida a la de un cerebro muy excitado. De hecho, algunos de los registros de electroencefalograma de los animales agonizantes mostraban actividad superior al del estado de vigilia alerta. Al parecer, la reducción de oxigeno y glucosa durante la parada cardiaca tiene como efecto secundario activar la catarata de conexiones neuronales de un cerebro aún consciente. ¿Puede que nos ocurra lo mismo a los seres humanos en el instante último, justo antes de decir adiós a este mundo?

Es posible que nunca lo sepamos porque la muerte es un misterio todavía demasiado insondable. Quizás lo sea para siempre. ¿Cómo, si no, podemos explicar la alucinante historia del gato que sabe que va a morir?

Se ha detectado que los gatos tienen comportamientos muy parecidos entre sí, según cuentan sus dueños. Pocos días antes de su muerte, el animal se les acerca de manera diferente. Se acuesta sobre su regazo, sin ronronear y luego, con los ojos cerrados, parece estar indicando a sus dueños que algo va mal. Algunos escritores, como Jessica Winter, editora de la revista *Slate,* lo han relatado compungidos. De hecho, hay bastantes evidencias sobre el comportamiento de algunos animales ante la muerte. Evidentemente, no parece que los gatos sean capaces de comunicarse con sus amos hasta el extremo de despedirse de ellos ante el suceso final. Lo más probable es que, simplemente, se sientan gravemente indispuestos y desarrollen actitudes nunca antes observadas por sus dueños. En la mayoría de los casos, los dueños ya saben que su mascota está gravemente enferma, quizás incluso le hayan diagnosticado un mal incurable. Eso nos hace más propensos a percibir mensajes ocultos donde no los hay.

Pero la muerte de un animal querido siempre es un trance

amargo y tendemos a humanizar algunos de sus comportamientos porque nos sentimos cercanos a él. Por eso no es extraño que muchos etólogos se hayan encargado de estudiar qué siente de verdad un animal en esos momentos finales. Hay muchos informes sobre comportamientos animales que parecen indicar duelo. Las urracas, los elefantes o las llamas están entre las bestias a las que se les han atribuido conductas específicas para responder a la muerte de sus congéneres. Pero ninguna teoría científica ha podido determinar siquiera que los animales sean conscientes de que van a morir o de que uno de los suyos ha muerto. Podemos atribuir un sentimiento de duelo a los movimientos de una elefanta ante el cadáver de su cría porqué tendemos a humanizar todo lo que vemos. Pero lo que interpretamos como un rito funerario bien podría ser simplemente una atracción por el cadáver o algún mecanismo de autodefensa ante depredadores atraídos por su olor.

Es famosa la imagen de la gorila Gana, en el zoo de Münster en Alemania, sosteniendo a su cría muerta con el mismo gesto de dolor que una madre humana acariciaría a su hijo finado. Durante horas no permitió que nadie la separase del cadáver. ¿Estaba velándolo? ¿Sufría el duelo tal como lo entendemos?

No quisiera pecar de insensible, pero los etólogos más bien ven en este tipo de gestos las consecuencias de la perplejidad. Es probable que Gana estuviera, simplemente, atónita por ver que su cría no se comportaba como debe comportarse una cría. Que no entendiera por qué no se movía, no respiraba, no se agarraba a ella. Que se estuviera preguntando qué debía hacer a continuación, si debería seguir alimentándola, acariciándola…

Es difícil, por no decir imposible, averiguar si los animales tienen consciencia de la muerte. Es difícil, incluso, saber si nosotros mismos conocemos qué es la muerte. Algunas etnias de Madagascar practican un ritual llamado *famadihana* que consiste en exhumar los huesos de los seres queridos siete años después de su muerte. Los restos se reúnen y la familia danza a su alrededor. Los vivos creen que sus seres queridos deben sentirse solos y quieren de ese modo aliviar su penar de muertos. Rituales de este tipo muestran cuán variopinto es el comportamiento humano ante el tránsito final y cuán poco sabemos sobre él. Quizás rituales como *famadihana* sean una manifestación de nuestra innata incapacidad para

entender la muerte. Una incapacidad que, sin duda, compartimos con otros primates…, como la perpleja gorila Gana.

2
UN PÁJARO EN MANO VALE MÁS QUE 2,48 VOLANDO

¿Por qué nos empeñamos en jugar a la lotería?

Que a cualquiera de nosotros le pase lo que le ocurrió en 2009 a Catalina, una joven mallorquina cuya vida cambió de la noche a la mañana, no es imposible. Pero resulta muy improbable. Ella se convirtió de repente en dos cosas que no era: la persona más rica de España menor de 30 años y la poseedora del billete de lotería con el premio más grande que se había dado jamás. Ganó ciento veintiséis millones doscientos treinta y un mil setecientos sesenta y cuatro euros. Sólo por rellenar 6 números en un boleto. Parece un milagro, pero puede ocurrir. Basta con acudir a una administración de loterías, acercarse al mostrador, pagar unos dos euros y rellenar los cuadritos con los números al azar. Una y otra vez. Después de 86 millones de veces quizás hayamos acumulado una probabilidad de ganar similar a la de tirar una moneda al aire. Es decir, tendríamos que invertir 55 años de vida, rellenando sin parar boletos durante 12 horas diarias para que tuviéramos la misma probabilidad de perder que de ganar.

Parece sorprendente que, a pesar de lo remoto que resulta obtener un premio, sigamos jugando a las loterías varias y lo hagamos con entusiasmo. Nada de lo que se diga a continuación nos quitará la ilusión pero, al menos, nos ayudará a entender algo mejor las misteriosas leyes matemáticas que rigen los sorteos de azar.

Empezaremos por los fríos números. La probabilidad de que nos toque el gordo de la Lotería Nacional es de uno entre 600.000 y en

el caso de la Lotería de Navidad, de uno entre 85.000. Son éstos, sin duda, los sorteos más accesibles para el común de los mortales. La Quiniela ofrece una probabilidad de uno entre algo menos de cinco millones, la Primitiva uno entre 14 millones y el Euromillón nada menos que uno entre 76 millones. Si hay algo cercano al concepto de imposible, eso es acertar los números de este sorteo europeo millonario.

Aun así seguimos jugando. Entre otras cosas, porque nuestro cerebro no está ni remotamente preparado para procesar unos números tan ínfimamente pequeños. Sabemos que tenemos pocas opciones de que nos toque. Pero no nos hacemos la menor idea de cuán pocas. Tendemos a pensar espontáneamente que a «alguien ha de tocarle» y creemos de inmediato que no hay nada en el mundo que impida, a priori, que ese alguien seamos nosotros. Y, en el fondo, tenemos razón. Economistas, psicólogos y neurocientíficos han indagado en las claves científicas del jugador de lotería y, no sin dificultad, han desentrañado alguno de sus misterios. Los misterios del cerebro de todos nosotros. Porque, de una u otra manera, todos le echamos un pulso al azar de cuando en cuando.

Puede que la clave esté en un comportamiento humano estudiado desde antaño y muy bien explotado por los expertos del marketing, la sutil relación entre nuestros temores y nuestras esperanzas. Cuando las probabilidades de ganar son tan insignificantes o resultan incluso difíciles de medir, la razón por la que tomamos una decisión de apostar tiene que ver con la relación entre nuestras expectativas y nuestro riesgo, con el modo en el que priorizamos la información que nos llega e, incluso, con nuestra relación con los vecinos.

La lotería no es, en realidad, una inversión, sino un divertimento. Pero el deseo de ganar no le es ajeno. Aquí entra en juego lo que los científicos llaman «esperanza matemática»: el resultado de multiplicar la cuantía del premio prometido por las probabilidades de ganar. Si el resultado es uno, el premio es justo: la probabilidad de ganar o perder es la misma. Si es menor que uno, el premio es más favorable para quien lo organiza. Si es mayor que uno, hay más opciones de ganar que de perder, así que más vale apostar.

Evidentemente, la esperanza matemática de todas las loterías es

menor que uno. Siempre es más favorable a los intereses de Loterías y Apuestas del Estado. Hasta el punto de que la lotería se ha llamado «el impuesto que pagamos los ciudadanos por ser unos ignorantes en matemáticas».

En el caso del Euromillón la esperanza matemática es de 0,65. No es buen negocio.

Pero aun así no queremos dejar de jugar. Nuestro cerebro es más sensible a la posibilidad de perder algo que a la posibilidad de ganar. Los psicólogos llaman a esto «aversión a la pérdida». Se han hecho muchos estudios al respecto. Si tenemos una posesión, estamos dispuestos a pagar un precio mayor por conservarla que por obtener otra distinta. Es la razón psicológica que subyace al refrán «más vale pájaro en mano que ciento volando».

La aversión a la pérdida es uno de los comportamientos humanos más fascinantes. Se sabe que todos tenemos miedo a perder cosas. Nos negamos a tirar esas viejas ropas a pesar de que sabemos que jamás nos las volveremos a poner, mantenemos a toda costa una relación sentimental que no nos hace felices porque nos aterroriza perder a alguien, incluso cuesta mucho más vender unas acciones cuando están a la baja. Algunos expertos creen que la razón se encuentra en una peculiaridad intelectual llamada sesgo de *statu quo*, lo que en castellano tradicional podría traducirse como «Virgencita, virgencita, que me quede como estoy». En los años 80 del siglo XX se realizaron las primeras investigaciones para conocer cómo funcionaba este sesgo. Dos grupos de voluntarios fueron reclutados en un laboratorio psicológico. Se les pidió que se sentaran en dos habitaciones separadas. Al primer grupo se le regalo una taza de barro y a sus componentes se les dijo que era suya, que podían tomar posesión de ella. Al segundo sólo se le mostró la taza y se permitió que los sujetos de estudio la examinaran. Más tarde, a ambos grupos se les pidió que valoraran económicamente el objeto. Curiosamente, el grupo que «poseyó» la taza la valoró en algo más del doble que el contrario. Después de aquel experimento ha habido docenas de nuevas pruebas, con diferentes tipologías de voluntarios, y que han vuelto a demostrar que, efectivamente, los seres humanos valoramos más las cosas que poseemos. El fenómeno ha intrigado sobre todo a los economistas. ¿Si realmente el poseedor de un objeto lo valora más que el que no

lo posee, cómo es posible que el ser humano lleve milenios vendiendo y comprando mercancías? De alguna manera hemos desarrollado un inteligente sistema de valores y negociaciones que permite compensar la aversión a perder nuestras posesiones.

En el caso de la lotería tememos inconscientemente estar perdiendo una oportunidad única. Un estudio del departamento de Psicología Social de la Universidad Tilburgo de Holanda lo demostró recientemente. No es la probabilidad de ganar lo que nos mueve a jugar sino el miedo a que gane otro en lugar de nosotros. Es la aversión a perder. Se demostró tras analizar los resultados de una curiosa lotería que existe en algunas localidades holandesas. Se llama la Loto del Código Postal. Cada semana ofrece un premio estrella a los habitantes de un determinado código postal. Si has jugado a la lotería y sale tu distrito, tendrás una bonificación extra en caso de premio. Todos aquellos que se hayan negado a jugar verán cómo sus vecinos reciben su dinero fresco mientras ellos se quedan con dos palmos de narices. La venta de loterías creció considerablemente tras la introducción de esta ingeniosa novedad. Según los expertos de la Universidad de Tilburgo, no fue la esperanza de ganar lo que impulsó a los nuevos compradores, sino el temor a verse sentados en el porche de sus casas contemplando en la cara de sus vecinos la oportunidad perdida. El temor a perder puede más que el deseo de ganar.

El cerebro humano es muy sensible a la pérdida, incluso cuando esta pérdida es muy pequeña. Por eso, si identificamos algo como una pérdida sentimos la compulsión biológica de tratar de evitarlo. De hecho, biológicamente estamos diseñados para evaluar las ganancias y pérdidas en comparación con las de los demás. Si nunca vemos a nadie en un yate no desearemos tenerlo. Si no lo tenemos, tampoco tememos perderlo.

Tan intensa es nuestra aversión a la pérdida que incluso se ha utilizado para analizar el famoso refrán: «Más vale pájaro en mano que…». ¿Cuántos volando? ¿Cuál es realmente el valor de un pájaro en la mano? Los psicólogos que han hecho el cálculo son, como en tantas otras ocasiones, norteamericanos, y han utilizado la versión anglosajona del dicho, algo más modesta que la española. Para ellos «a bird in the hand is worth two in the bush» (un pájaro en la mano vale como dos en la mata). Pero para el caso es lo mismo.

Pretendían conocer realmente qué valor le damos a tener algo en propiedad. Uno de los estudiosos en la materia es Julian Baggini, filósofo y analista de la mente desde su despacho del University College de Londres. Ha escrutado todos los experimentos sobre la aversión a la pérdida de los seres humanos, la razón por la que el dolor de perder 100 euros es mayor que el placer de ganarlos, y ha llegado a una sorprendente conclusión. Un pájaro en mano vale 2,48 pájaros volando. Para comprobar su idea repitió el famoso experimento de las tazas de barro y analizó matemáticamente las diferencias de valor asignadas al objeto en función de si se poseía o no. Sistemáticamente, el grupo de poseedores valoraba su taza 2,48 veces más cara que el grupo de quienes no la tenían en la mano. ¿Será por eso por lo que los buenos vendedores siempre nos ofrecen tocar, sostener durante un instante la mercancía que nos quieren vender? Sin duda, sí. El vendedor sabe que «tener algo» es mucho más valioso que no tenerlo. En concreto, es 2,48 veces más valioso.

Pero volvamos a la lotería. La aversión a la pérdida, es decir, el miedo a que a otros les toque algo y a nosotros no, es una fuerza poderosa. ¿Tanto como para hacernos olvidar que es matemáticamente casi imposible que nos toque? La atracción de los juegos de azar juega con otra imperfección matemática de nuestro cerebro: no sabemos calcular bien las escalas. Un experimento de la Institución Carnegie Mellon lo ha comprobado. Se crearon tres grupos de voluntarios. A los del primer grupo se les dio un dólar y se les pidió que decidieran si compraban lotería o no con él. Luego se les dio otro dólar y luego otro hasta en cinco ocasiones. A los del segundo les dieron los cinco dólares, de golpe. Y a los del tercero les ofrecieron los cinco dólares, pero sólo tenían dos opciones: gastar todo o no gastar nada. El grupo que más boletos compró fue el primero. Y el 87 por ciento de los miembros del tercero decidió no gastarse nada. Cuando uno tiene la opción de gastar una pequeña cantidad, tiende a hacerlo. Aunque a la larga la repetición permanente de este gasto suponga una cantidad mayor. Esta dificultad para calcular escalas de gasto funciona cuando vemos que una apuesta sólo nos cuesta dos euros. Y está en la base del éxito de los micropagos en juegos de azar tan de moda en las apuestas online. Parece paradójico, pero precisamente el hecho de que la probabilidad de ganar sea tan infinitesimalmente pequeña convierte

en atractivo el juego. La estadística se vuelve irrelevante, nuestro cerebro sólo se fija en lo barato que resulta probar. Incapaces de calcular el sustrato matemático del juego, acudimos de manera inconsciente al pensamiento mágico. Al cerebro no le gusta la incertidumbre, se siente muy incómodo con ella. Expuesto a una situación que no comprende, prefiere tornar una decisión rápida para salir del estado incierto. Es como si dijera «no entiendo lo que ocurre, no sé qué decisión tomar, el cuerpo del que me han encomendado la misión de controlar está en peligro». A la hora de decidir si nos da la orden de jugar a la lotería tratará de buscar información sensible, racional. Como no la encuentra, terminará recorriendo el camino más fácil (todo con tal de no quedar parado en un permanente estado de indecisión). Y jugar ¡es tan fácil!

Aun así, el cerebro no está satisfecho pensando que ha tomado una decisión irracional. Un cerebro ha nacido precisamente para ser obsesivamente racional, para lo otro ya están las emociones. Por eso tratará de agarrarse a cualquier argumento que permita dotar de cierta racionalidad a su decisión. Por ejemplo: comprar un boleto en la administración de loterías donde más veces ha caído el gordo. Conocido el dato, la decisión parece más inteligente. Le hemos dado una pátina de objetividad a nuestro impulso jugador. Pero, evidentemente, lo único que hemos hecho es caer en una torpe superstición. Cada Navidad, los despachos de venta de lotería donde más veces se ha entregado un premio bullen de clientes haciendo cola. Esos clientes ignoran que la probabilidad de que te toque el gordo es exactamente la misma se compre donde se compre el número. Las administraciones con más fama venden más boletos y se pueden permitir vender números más variados, con lo que ellos sí aumentan sus posibilidades de ganar, pero cada comprador tiene idéntica esperanza compre donde compre.

Los que inventaron la lotería debieron de ser neurólogos sin saberlo, porque conocen el cerebro humano y sus imperfecciones a las mil maravillas. Por ejemplo, son conscientes del poder que tiene nuestra capacidad de ensoñación. Cuando se nos ofrece la imagen de un ganador en una limusina o descorchando una botella de champán, están activando lugares muy recónditos de nuestra mente. Un experimento llevado a cabo por el profesor Daniel Levine, de la Universidad de Texas en Arlington, descubrió que imaginarnos a

nosotros mismos en una limusina o escuchar el descorche de una botella activa áreas del cerebro visual y auditivo relacionadas con la toma de decisiones. Las ensoñaciones realistas nos motivan a actuar.

Pero incluso la más vívida de las fantasías terminaría desvaneciéndose al comprobar que la lotería nunca nos toca. Aquí es donde los espontáneos magos de la neurociencia que son los vendedores de lotería logran su mejor trabajo: el refuerzo positivo. Las loterías que permiten elegir 6 números entre una tabla de 49 son el mejor ejemplo. La probabilidad de ganar es de las más reducidas del mercado, pero es muy probable que alguno de esos números salga en la combinación ganadora. Pueden salir incluso dos. Cuando eso ocurre se ha generado en nuestra mente el efecto de «¡por poco!». Pensamos que hemos estado a punto de lograrlo y que la próxima vez tendremos más suerte. Se nos ha reforzado positivamente la idea de jugar. A pesar de que cualquier matemático nos podría decir que la próxima vez tendremos exactamente las mismas probabilidades de obtener premio y de que el hecho de tener que elegir 6 números reduce las opciones.

No cabe duda, jugar a la lotería es una bendita irracionalidad. Pero no mucho más que ir a la compra o elegir un menú en un restaurante. Porque los mismos sesgos neuropsicológicos que intervienen en nuestra compulsión por el juego, también afectan nuestra capacidad de discernimiento en el consumo. Y, si los loteros son grandes manipuladores de nuestra mente, los comerciantes no les van a la zaga. Pero eso, quizás, merezca otro capítulo: el 11.

3
LA RATA QUE NOS SALVARÁ LA VIDA

Sólo un animal en el mundo está preparado para no envejecer

En los laboratorios de biología molecular de todo el mundo los ratones no se llaman Mickey, Jerry o Pérez. Tienen nombres tan poco atractivos como UT2598. Ésa es la denominación que se le ha dado a un ratón que seguía vivo y sano al cumplir 3 años de vida (casi un año más de la esperanza de vida media de un animal de su especie) y cuyo récord llegó a merecer la portada de la revista *Time*. Si se trasladase su edad al equivalente humano, UT2598 tendría unos cien años. No parece muy sorprendente porque hay muchos de nuestros congéneres que han superado esa frontera. Lo que sí resulta increíble es que el ratoncito en cuestión tenía a los 3 años la apariencia de uno de 12 meses de vida. Su pelo seguía siendo abundante, negro y brillante; se movía con agilidad, exploraba con frenesí el espacio, olfateando como un jovenzuelo su jaula en el Centro de Ciencias de la Salud de San Antonio, Texas.

Este ratón puede tener en su sangre el primer elixir de la juventud fabricado bajo los estrictos patrones de la ciencia. En concreto, disfrutaba de los beneficios de la rapamicina, una sustancia con una larga y curiosa historia detrás.

La rapamicina es un compuesto obtenido de una bacteria que se encuentra en la Isla de Pascua. En 1964 un grupo de científicos canadienses viajó al antiguo hogar de los rapa nui en medio del Pacífico para estudiar las peculiaridades sanitarias de la población local. A la sombra de los famosísimos e imponentes moáis,

comenzaron a recopilar todo tipo de muestras biológicas del terreno. Aún ignoraban que una de esas muestras contendría un tesoro de interés mundial, una bacteria hasta entonces desconocida con una potente capacidad antifúngica (que contrarresta la actividad de los hongos). Era una especie de superantibiótico al que sus descubridores llamaron rapamicina (evidentemente, por rapa nui). Treinta años después la rapamicina había colonizado la mayoría de los hospitales del mundo gracias a su capacidad para suprimir el sistema inmunitario de los pacientes sometidos a trasplante y reducir así el riesgo de rechazo. Pero sus aplicaciones no quedaron ahí. También se ha descubierto que esta sustancia tiene un efecto inhibidor de la división celular, por lo que podría ser un interesante tratamiento contra el cáncer. Al fin y al cabo, esta enfermedad no produce otra cosa que una propensión irrefrenable de las células a dividirse. Y fue precisamente en el entorno de varias investigaciones relacionadas con el cáncer cuando se descubrió que los ratones tratados con esta molécula vivían más.

En concreto se descubrió que las cápsulas de rapamicina aumentaban entre un 9 y un 14 por ciento la esperanza de vida de los roedores, lo que significaría un equivalente de 60 años extra en el caso de los humanos. Por desgracia, el que podría haber sido un maravilloso bálsamo de la eterna juventud tiene un montón de indeseables efectos secundarios. Podría hacernos más daño que beneficio, de manera que, por ahora, más que un producto de consumo, la rapamicina es un banco de pruebas de laboratorio para saber por qué envejecemos y cómo podemos hacer para prolongar nuestra vida hasta el máximo que nuestras células permitan.

Porque el ser humano está programado para vivir 130 o 140 años, no más. Avance lo que avance la ciencia, las divisiones permanentes de nuestro tejido celular terminarán por llegar al final del camino a esa edad. El reto de la biología es lograr que la mayor cantidad de personas posible llegue a ella en las mejores condiciones físicas posibles.

¿Qué hizo la rapamicina en el cuerpo de los ratones que la consumieron? En realidad muy poco: se limitó a bloquear la acción de una sola proteína llamada TOR. Esta proteína está también en la levadura, en algunos gusanos y en otras especies de ratones. Y en todos ellos está implicada en el envejecimiento. TOR modifica otras

proteínas y tiene varios objetivos: influye en cómo se reproducen y crecen las células, en cómo se manufacturan otras proteínas con la información del ARN (ácido ribonucleico), en cómo se reciclan y eliminan residuos indeseados de la división celular y en cómo llega la energía de las mitocondrias al núcleo de las células. TOR es el ayuntamiento de la naturaleza: pone las normas de convivencia, suministro y limpieza en las células.

Se sabe, por ejemplo, que cuando un ratón reduce su consumo de calorías la actividad de TOR se reduce y el ratón vive más. Por eso se ha creído durante mucho tiempo que las dietas bajas en calorías retrasan la vejez.

La decisión de estudiar la longevidad ratuna con rapamicina surgió, como tantas veces en ciencia, por casualidad. Se pretendía trabajar con esta sustancia para conocer sus efectos en el desarrollo del cáncer de los animales de laboratorio. Pero los científicos no encontraban el modo de hacerla llegar al torrente sanguíneo de los ratones. Impregnar la comida con ella no era suficiente porque el aparato digestivo del animal la destruía. Era necesario utilizar algún tipo de encapsulado que la protegiese. Y los expertos del laboratorio tardaron más de un año en encontrar la fórmula adecuada. Tanto que sus ratones habían envejecido. Cuando empezaron a tomar rapamicina los científicos pensaron que el experimento duraría sólo unos días. Pero la sorpresa fue mayúscula al observar que los ratones envejecidos tratados con las cápsulas no morían. ¡Increíble!

El azaroso experimento de la rapamicina no es más que uno de los muchos trabajos de investigación sobre el turbador problema del envejecimiento humano. El principal problema con el que contamos a la hora de evitar envejecer es que todavía no sabemos muy bien por qué envejecemos. La ciencia discute entre dos visiones generales sobre el proceso de hacerse mayor. ¿Estamos programados genéticamente para vivir un determinado número de años o simplemente nuestro cuerpo se va deteriorando hasta que ya no puede más y muere?

La primera teoría implicaría que tenemos una fecha de caducidad marcada en nuestros genes cuando nacemos. Hagamos lo que hagamos, no podremos superar ese límite, a no ser que modifiquemos los genes que lo imponen.

La segunda supondría que nuestro ADN y nuestro cuerpo se ven

dañados por culpa de factores externos. Esos daños se acumulan como los achaques de un coche viejo, hasta que la maquinaria se detiene definitivamente.

Posiblemente el motivo real por el que nos hacemos viejos sea una combinación de ambos fenómenos. María Blasco es la directora de uno de los centros punteros del mundo en la investigación del cáncer y el envejecimiento, el Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas de Madrid (CNIO). A pesar de que por sus manos han pasado algunas de las claves para lograr que todos los humanos vivamos 120 años sorprende la modestia, casi timidez, con la que te mira al decirte: «Hemos conseguido retrasar la aparición de muchas enfermedades». Los científicos que trabajan a su cargo miran de cerca las células y encuentran en ellas no sólo el rastro de la vejez sino el semáforo que da luz verde a que enfermemos, la razón por la que el mismo tipo de material genético puede permanecer intacto de por vida en un ser humano y provocar un tumor maligno en otro.

Saben que el principal factor de riesgo de muchas enfermedades que afligen hoy al ser humano es el envejecimiento, un proceso íntimamente relacionado con la vida. Seguramente no podamos evitarlo nunca. Pero científicos como María luchan por retrasarlo, y por lo tanto retrasar también el momento vital en el que aparecen el cáncer, el Alzheimer, la diabetes y otros tantos males de la edad.

En el año 2013 el equipo de María Blasco ganó los titulares de la prensa de todo el mundo tras publicar la primera colección rigurosa de los motivos por los que nos hacemos viejos.

Existen cuatro causas primarias de vejez: la inestabilidad genómica, el acortamiento de los telómeros, alteraciones epigenéticas y la pérdida de la proteostasis. No se preocupe, que las vamos a explicar.

La inestabilidad genómica se refiere a la acumulación repetitiva de defectos en el ADN (ácido desoxirribonucleico). Cada vez que una célula se divide (algo que ocurre unas 50 veces en su vida) se pueden acumular errores de transcripción, mutaciones. Es como si copiáramos una y otra vez un texto a mano. ¿Quién no cometería alguna errata? Pero, en ocasiones, esas mutaciones se acumulan en exceso. Es lógico si pensamos que el «texto» que tienen que copiar las células cuenta con 3.000 millones de letras llamadas pares de

bases. Una célula tumoral puede tener 11.000 mutaciones, 11.000 cambios en alguna de las 3.000 millones de letras que componen el ADN y un tumor avanzado puede contar con 100.000 erratas. Sin llegar a producir cáncer, esa inestabilidad está también relacionada con el envejecimiento. En algún momento, el número de errores es tan grande que la célula empieza a envejecer (el texto copiado ya no se lee bien).

Otro factor primario de envejecimiento, según el equipo de María Blasco, es el acortamiento de los telómeros. Son unas estructuras que protegen nuestro material genético. El ADN humano es una molécula larguísima. Si extendiéramos todo el material genético de nuestras células en una mesa la cadena mediría más de 4 metros. Para poder vivir dentro del núcleo celular y reproducirse se enrolla en un diminuto ovillo llamado cromosoma. Y del mismo modo que los cordones de los zapatos necesitan un borde de plástico para que no se deshilachen, los cromosomas tienen su propio tapón protector: los telómeros. Están al final de los ovillos y son esenciales para la estabilidad de nuestro genoma y para la vida de las células. A pesar de su importancia, cada vez que nuestras células se dividen, se erosionan de forma progresiva y se acortan. Esto genera un daño que se va acumulando con la edad. Cuando este desgaste es máximo, se produce la senescencia y muerte celular, lo que lleva al mal funcionamiento de tejidos y órganos y a la aparición de las enfermedades. Ahora sabemos que este proceso está asociado a la vida misma. Es uno de los mecanismos moleculares con más evidencia genética de por qué se produce el envejecimiento.

El tercer factor primario detectado son las alteraciones epigenéticas. El ser humano no es sólo una sopa de genes. Cuando hace algo más de una década la ciencia nos sorprendió con la lectura completa del genoma humano, pensábamos que habíamos dado el paso definitivo para comprender el sustrato físico de la humanidad. Teníamos la llave que revelaba nuestros orígenes, nuestro futuro, nuestra propensión a enfermar, y la definición de nuestros caracteres físicos y mentales. Era como contar con el manual de instrucciones definitivo para hacer *Homo sapiens*.

Sin embargo, el alfabeto con el que se escribe ese manual resultó más complicado de lo que creíamos y el simple conocimiento de la

forma y la posición de nuestros genes no es suficiente, por lo que sabemos hoy. La genómica, nacida de aquel descubrimiento del siglo pasado, consiste en el estudio de todos los genes que hay en cada una de nuestras células. Pero, más allá de esta disciplina, la ciencia empezó a descubrir que cada gen puede tener un destino particular. Estamos todos «fabricados» con el mismo material genético. Pero ese material se expresa de manera diferente en cada uno de nosotros. A eso se le denominó epigenómica y consiste en el estudio de los múltiples factores que pueden intervenir para que usted y yo, aun teniendo los mismos genes, padezcamos diferentes probabilidades de desarrollar una enfermedad hereditaria, gocemos de distintas habilidades mentales y envejezcamos a ritmos diferentes. La mayor biblioteca de esos factores obtenida hasta la fecha se publicó en febrero de 2015 en 24 artículos científicos aparecidos simultáneamente. Es el mapa más ambicioso del epigenoma humano.

Las dos docenas de publicaciones describen el resultado de años de investigación con cientos de participantes en el proyecto Roadmap Epigenomics, que comenzó a rodar en 2006. Toda la información acumulada está disponible libremente para cualquier investigador del planeta que quiera utilizarla.

La secuencia de ADN del genoma humano es idéntica en cualquier célula de nuestra especie. Pero algunas células concretas, por ejemplo las del corazón, el cerebro o la piel, tienen características únicas que las hacen más o menos propensas a enfermar y envejecer. Los factores epigenómicos son responsables, por ejemplo, de que un mismo ADN pueda expresarse de 200 maneras distintas.

Esta información es vital para el estudio del cáncer, por ejemplo. Un oncólogo puede estudiar cómo muta un gen, cómo se inhibe o se expresa para producir un tipo de cáncer en cualquier paciente. Pero un experto en epigenómica podrá detectar peculiaridades personales de un paciente que le hagan más propenso a ese cáncer o, quizás, que le protejan de él.

El sistema funciona más o menos así: el ADN está formado por unidades discretas de información a las que llamamos genes y estos genes dan instrucciones para la creación de proteínas. Las proteínas, a su vez, son las responsables de forjar nuestros caracteres

hereditarios. Para poder duplicarse, la molécula de ADN se organiza en cromosomas dentro del núcleo de las células y se une a estructuras llamadas histonas. Durante ese proceso existen influencias químicas que pueden modificar las histonas y añadir información nueva a los genes (añadir un grupo metilo, dicen los expertos). Estas modificaciones pueden influir en el modo en el que trabaja ese gen, en si se expresa o queda durmiente para siempre. Ésa es la razón de que los mismos genes generen un tipo de proteínas u otras en personas diferentes.

La epigenética es reversible y mutable. Factores como la dieta, la contaminación, la edad o incluso el estado de animo influyen en esas marcas químicas. De manera que, al contrario de lo que podríamos pensar, nuestro destino no está escrito en los genes sino en el modo en que los genes se ven afectados desde fuera. Y eso es lo que nos hace envejecer a ritmos dispares.

Pero la variedad de factores ambientales es tal que resulta casi imposible controlar la fuerza de la epigenética. Estamos muy lejos de saber realmente todo lo que la epigenética puede ofrecer al estudio de la vejez.

El cuarto factor de envejecimiento primario tiene un nombre más raro: la pérdida de la proteostasis. Pero su explicación es sencilla: durante el trabajo de las células (su alimentación, división, transporte) se producen desperdicios. Igual que ocurre cuando vivimos en nuestras casas, estos desperdicios han de ser tratados. Las células tienen sus propios mecanismos de regulación de estos residuos dentro de un grupo de actividades que realizan llamado proteostasis. Pero con el paso del tiempo el vigor de esta actividad se va perdiendo, como si nos volviéramos perezosos a la hora de sacar la basura y ésta se acumulara en la casa. Algunos expertos creen que ése es uno de los motivos de que las células dejen de funcionar bien y envejezcamos. En el caso del Alzheimer es paradigmático: las neuronas del paciente mueren porque en ellas se acumulan placas de una proteína (llamada beta-amiloide) que debería haber sido eliminada y no lo fue.

Pero éstos no son más que cuatro de los muchos factores que pueden concurrir en nuestro envejecimiento. Y quizás nunca lleguemos a entenderlos bien todos. A no ser que aprendamos de otro simpático roedor, muy distinto al ratón del que hablábamos al

principio de este capítulo.

Se trata de un roedor feo y arrugado, ciego y miserable, pero que goza de una cualidad única que el destino le regaló: vive más que nadie de su especie, vive siempre sano y no padece nunca cáncer. Es la rata topo africana, un prodigio de resistencia a la enfermedad y a la vejez que hoy es estudiado con avidez por los científicos con la esperanza de obtener algún aprendizaje que se pueda aplicar a los humanos.

Su nombre científico es *Heterocephalus glaber* y si se aplicara a los humanos su longevidad podríamos vivir hasta 200 años. Viven en colonias de 80 a 300 individuos bajo tierra. Sólo la reina y algunos machos elegidos pueden procrear y el resto se somete a un estricto sistema jerárquico hasta el punto de que cuando un individuo se encuentra con otro de menor nivel pasa literalmente por encima de él.

Los obreros se pasan la vida cavando túneles con sus dientes excavadora y los soldados defienden el nido de depredadores como arañas, escorpiones o serpientes. Su piel es arrugada, desnuda y feísima, viven en ratoneras pequeñas y con un aire casi irrespirable y son ciegos. Pero la naturaleza les ha compensado con un regalo. Resisten como nadie a los radicales libres.

El cuerpo de cualquier animal está compuesto por diferentes células, que a su vez están formadas por moléculas. Esas moléculas constan de átomos que se unen por enlaces químicos. El átomo se compone de protones —cargados positivamente— y neutrones (neutros) que forman un núcleo y a su alrededor orbitan los electrones —cargados negativamente.

Los electrones son seres muy promiscuos y de vez en cuando buscan enlaces con otros átomos que no son el suyo y le «roban» electrones a su órbita. En este proceso se forman átomos inestables llamados radicales libres. Estos radicales libres pueden producirse en el cuerpo de cualquier mamífero durante el trabajo del metabolismo o mientras el sistema inmune intenta atacar virus y bacterias. Y existen factores ambientales —contaminación, tabaco, mala alimentación— que aumentan la dosis de radicales libres que hay en nuestro cuerpo. El cuerpo maneja los radicales libres que se producen de forma natural, pero si la producción de los mismos es excesiva, se provocan daños importantes. El principal de ellos es

que envejecemos.

La rata topo puede resistir hasta 10 veces más radicales libres que otros roedores sin envejecer. Además sus niveles de insulina son excepcionalmente bajos, con lo que también retrasa el envejecimiento de los tejidos.

No contentos con ello, estos roedores parecen inmunes al dolor, el cáncer no lo conocen y tienen unos telómeros increíblemente cortos en sus cromosomas.

Todo ello ha convertido a estas ratas en objeto de deseo de los investigadores que estudian el envejecimiento humano. Su cuerpo puede guardar el tesoro más deseado de la medicina. ¿Qué sustancia, qué tipo de genes, qué alimento hace a la fea y desaliñada rata topo vivir tanto y tan feliz? Ojalá algún día nos desvele su misterio.

4
LA REVOLUCIÓN DE LA LECHE

Por qué los chinos son intolerantes a la lactosa y los europeos no

Levantarse por la mañana, caminar dando somnolientos tumbos hasta la cocina, abrir la nevera y sacar la botella de leche para echar un trago es un acto mucho más complejo de lo que podemos imaginar. Para empezar sólo el 35 por ciento de la humanidad puede hacerlo. El resto milita en las filas de la conocida intolerancia a la lactosa y, por ello, se expone a sufrir desagradables dolores y diarreas si osa beber leche después de los 7 u 8 años de edad. Pero es que, además, cada vez hay más datos científicos que demuestran que el consumo de lácteos sin tratar por la población adulta es un invento muy muy reciente del ser humano: durante la mayor parte de nuestro periplo por este mundo (cuyo inicio se remonta a hace más de 2 millones de años) el hombre ha sido un animal incapaz de beber otra leche que no sea la de su madre mientras es bebé.

¿Qué ha pasado entonces para que hoy la industria láctea sea una de las más boyantes? Para que tantos millones de homínidos adultos en el planeta sigan haciendo algo que se supone sólo hacen las criaturas de mama: beber leche.

Puede que todo empezara hace unos 10.000 años, en una pequeña aldea de lo que hoy conocemos como Europa y fuera fruto de una mera casualidad, del azar que quiso que apareciera una mutación en los genes de un recién nacido, ignorante de que iba a ser el primer ser humano capaz de beber leche de por vida sin sufrir ninguna molestia digestiva. Vamos a contar la historia desde el

principio.

En los años 70 del siglo pasado el arqueólogo de la Universidad de Princeton Peter Bogucki se secó las gafas de fina moldura metálica, se rasco el cuero cabelludo que aún no había empezado a teñirse de gris nieve y resopló extrañado. Ante sus ojos, en las llanuras fértiles del centro de Polonia, habían aflorado los restos de varios útiles utilizados por ciudadanos de la Edad de Piedra para confeccionar alimentos. Eran muestras de utensilios propios de un grupo humano que se encontraba en plena transición entre las formas de vida nómadas de los viejos cazadores-recolectores y los primeros asentamientos donde la ganadería y la agricultura estables empezaban a constituir parte de la cotidianidad. Lo que Peter había desenterrado había sido sepultado por el paso del tiempo al menos 7.000 años antes. Entre el material excavado, una herramienta llamó poderosamente la atención del equipo científico: una vasija de cerámica agujereada a modo de colador. Se parecía mucho a un filtro de los que se utilizan domésticamente para hacer queso en muchos pueblos actuales. Pero ¿sería lo que parecía? A decir verdad, Bogucki no se dedicó a estudiar el objeto en profundidad hasta dos años después, cuando, en un viaje a Vermont para visitar a una amiga, observó un curioso adorno rural en la casa de su anfitriona. Era un cuenco de cerámica perforado utilizado por agricultores americanos del siglo XIX para fabricar quesos. ¡Se parecía tanto al utensilio de la Edad de Piedra desenterrado en Polonia…! ¿Podría ser posible que hace 7.000 años los habitantes de Europa ya hubieran ideado una quesera rudimentaria como aquélla?

Quizás merezca la pena, en este punto, recordar cómo se ha fabricado este manjar desde tiempos inmemoriales. El queso surge del tratamiento de la leche cruda cuajada. Los grumos lácteos se presionan sobre un colador. Esa operación permite exprimir el alimento para obtener, por un lado, un suero rico en lactosa y por otro, una crema llena de proteínas y de grasa: el queso. Los coladores modernos se han fabricado con metales y tejidos, pero en algunas localidades, hasta bien entrado el siglo pasado, se siguieron utilizando recipientes de barro con agujeros muy pequeños en la base. Así era la vasija que Bogucki vio en casa de su amiga y que le retrotrajo a sus excavaciones en Polonia. En aquellas excavaciones

Peter no sólo había encontrado aquel recipiente de barro agujereado sino que, ahora caía en la cuenta, también halló abundantes restos óseos de ganado vacuno. En principio pensó que aquellos huesos eran los restos de alguna buena cena. Pero ¿podrían ser algo más?

El entorno de Polonia en el que se hallaron los huesos y herramientas no parecía propicio para la ganadería a gran escala. Boscoso, escarpado, húmedo…, aquel territorio se alejaba de las grandes extensiones de pasto que hacen viable el cuidado de animales para dar de comer a una gran población. Las vacas necesitan al menos 42 meses para llegar al máximo de su peso y ser consumidas como carne y cada una de ellas pare una cría, a lo sumo dos, en cada gestación. Por eso, la ganadería exige criar muchos individuos a la vez. Y ello requiere espacio. Aquellos polacos del Neolítico tenían cualquier cosa menos espacio. No era descabellado pensar que los huesos perteneciesen a algunos pocos ejemplares de vacuno criados para extraer leche y que el cuenco perforado tuviese el objeto de fabricar queso.

Porque para Bogucki parecía evidente que los hombres y mujeres de aquella época no consumían leche directamente del ganado. No podían hacerlo. Durante la mayor parte de nuestra historia evolutiva como homínidos, los individuos adultos tuvieron prohibida la leche. En los cinco o seis primeros años de vida, todos nuestros ancestros se han alimentado del pecho de sus madres. Pero pasada esa edad el organismo empezaba a disminuir la producción de una sustancia que se genera desde el nacimiento llamada lactasa. La lactasa es una enzima que producen durante la infancia todos los mamíferos en su intestino. Su función es descomponer la lactosa de la leche materna en dos componentes digeribles: glucosa y galactosa. Pero en prácticamente todos los animales (incluido el hombre primitivo) esta capacidad desaparece al abandonar la infancia. Así ocurrió que, mientras el ser humano era un individuo cazador y recolector, los niños se alimentaban del pecho de su madre unos pocos años y luego, perdida la función de segregar lactasa, no volvían a probar leche en su vida a no ser que quisieran arriesgarse a sufrir terribles dolores de estómago.

No se sabe bien por qué se produce este cambio. Pero no sería descabellado pensar que se trata de un truco de la naturaleza para

permitir el destete de los hijos. Una vez la leche materna se vuelve indigerible, el pequeño tiene que empezar a comer otros alimentos y la madre puede conservar recursos para seguir alimentando a los hermanos venideros. Pero hace entre 10.000 y 11.000 años las cosas cambiaron. Y el pequeño cuenco quesero desenterrado en Polonia nos ha ayudado a entender hasta qué punto.

El misterioso objeto polaco parecía tener como objeto el tratamiento de la leche. Pero también podría haber sido un artilugio para desmigar carne o para extraer miel de los trozos de una colmena. Para comprobar realmente la función del cacharro, Bogucki envió un fragmento al laboratorio del Melanie Salque, en la Universidad de Bristol. Allí se realizó un exhaustivo análisis químico que detectó trazas de grasas lácteas impregnando las paredes interiores. No cabía duda, el hombre de hace 7.000 años, en los albores de la ganadería moderna, ya era capaz de fabricar queso.

Anteriormente a este hallazgo ya se habían descubierto objetos con residuos lácteos en el norte de Anatolia, con una antigüedad de más de 8.000 años, y en Libia, con una edad similar. Pero se trataba de piezas indefinidas de barro, de las que fue imposible deducir su función. La pieza de Polonia era la primera que tenía la forma de una quesera y contenía leche en sus pareces. Si parece una herramienta para hacer queso y tiene queso en su interior… ¡Blanco y en botella! El ser humano fabricaba queso hace, al menos, 70 siglos.

¿Cómo sabrían esos quesos? No podemos responder a esta pregunta. Seguramente fueran ligeros y frescos. Los quesos frescos son fáciles de hacer: basta hervir algo de leche, incluir algún acidificante (puede que algún fruto) y pasar los cuajarones por el colador. Quizás aquellos pioneros polacos utilizaron también pellejos o textiles como filtros, pero sus restos han desaparecido con los años.

¡Genial, ya sabemos que el queso es más antiguo de lo que pensábamos! Pero ¿qué tiene esto que ver con la intolerancia a la lactosa y el consumo de leche por los adultos actuales? Aunque parezca mentira, mucho. Porque consumir leche procesada abrió la puerta para poder consumirla sin procesar.

Durante la mayor parte de la última edad de hielo, la leche fue

esencialmente una toxina para adultos. Pero hace unos 11.000 años el ser humano comenzó a abandonar su estrategia cazadora, aprendió a domesticar animales y a tratar algunos de los subproductos de su crianza, como la leche de las vacas o las cabras. La fermentación láctea necesaria para fabricar quesos, requesones o primigenios yogures reducía la lactosa de esos productos que sí podían consumir los adultos. De ese modo, también los mayores introdujeron algo de leche no materna en sus dietas. El paso definitivo pudo darse por azar. En algún momento de la evolución (probablemente hace menos de 7.000 años) una familia de humanos que habitaba lo que hoy llamamos Europa nació con una mutación genética que le permitía mantener la producción de lactasa durante toda la vida. Los portadores de este nuevo gen no cambiaban su metabolismo digestivo después del destete. Sin duda, ellos no lo sabían, pero iban a modificar los hábitos de alimentación de la humanidad para siempre. Lo que pudo haber sido un error de la naturaleza se convirtió en una gran ventaja. En caso de crisis alimentaria (por ejemplo, cuando las cosechas se perdían) estos individuos podían completar su menú con leche extraída directamente de otros animales. Así que su estirpe creció y se multiplicó por toda Europa y luego por el resto del mundo. Los europeos de hoy en día somos prácticamente todos descendientes de aquellos pioneros bebedores de leche. Ello demostraría por qué Europa es hoy el continente donde menos intolerantes a la lactosa viven. Por ejemplo, en el norte de Europa esta condición afecta a menos del 10 por ciento de la población. En España la prevalencia ronda el 15 por ciento. Entre la población americana de origen caucásico está en torno al 10 por ciento, pero entre los afroamericanos hay casi un 60 por ciento de intolerantes a la leche. En China, más del 75 por ciento de la población lo es y en Japón cerca del 80. Los que hoy no soportan la leche son herederos de familias diferentes a aquella primigenia en la que se produjo la curiosa mutación genética.

La responsable de estas diferencias es una modificación muy sencilla de un único nucleótido en la región del ADN donde está el gen de la lactasa. Esta variación (el cambio de una sola letra en los millones de palabras que componen nuestro genoma) ha sido ya identificada y trazada. Los genetistas creen que se originó en una

familia que vivió en las tierras fértiles de Hungría hace 7.500 años. De ese modo, si usted es de los que puede beber leche tranquilamente a pesar de ser ya un adulto, puede estar seguro de que sus abuelos más remotos se cruzaron alguna vez con los descendientes de aquella familia húngara.

Pero ¿por qué se expandió tan rápidamente esa peculiaridad genética por toda Europa? ¿Qué ventajas ofreció a los que la portaban frente a los otros? La traza de la resistencia a la lactosa (bautizada como alelo LP por los genetistas) consiste en la modificación de un solo nucleótido en el que el componente citosina es cambiado por timina en una región del ADN muy cercana al gen que produce lactasa. Un error tan tonto como si en una cifra de 3.000 millones de números, se hubiera cambiado la posición de sólo dos de ellos: el valor cambia por completo. Algunos investigadores estiman que las poblaciones que heredaron ese alelo producían un 19 por ciento más de descendencia fértil que el resto. Generación tras generación, ese 19 por ciento acumulado fue suficiente para poblar todo un continente como Europa. Pero su ventaja evolutiva sólo se hace patente si consumen leche. De nada hubiera servido portar el dichoso gen si no se hubiera establecido una cultura estable de extracción y consumo de leche. Es por eso por lo que los científicos pueden hoy elaborar un dibujo bastante certero de cómo fueron los orígenes de la industria de los lácteos. El alelo LP está íntimamente relacionado con la generalización de la ganadería. Existe un curioso proyecto de investigación al respecto al que han llamado Lactase persistence in the Early Cultural History of Europe (curiosamente su acrónimo es LeCHE). Estudiando la biología molecular humana y los restos arqueológicos, los participantes en el proyecto LeCHE pretenden dar respuesta a otra intrigante duda de la paleontología: ¿Somos los europeos modernos descendientes de familias del Oriente Medio que introdujeron la agricultura y la ganadería o de los cazadores-recolectores indígenas que habitaban antes el continente? La pregunta no es baladí porque durante mucho tiempo la ciencia ha querido descubrir cómo fueron los orígenes demográficos de Europa. Se sabe que nuestra tierra estaba poblada por humanos nómadas cazadores antes de la llegada desde el Este de los primeros agricultores. Pero no estaba claro si los habitantes locales adoptaron las prácticas agrícolas de los

invasores o simplemente desaparecieron y fueron desplazados por éstos. La clave puede estar en los restos óseos de animales de la época. Cuando el ganado se utiliza para obtener leche, a las crías se las mata muy temprano y de ese modo se puede aprovechar el periodo de lactancia de las madres. Cuando el objeto de la ganadería es producir carne, a las crías se las deja madurar más tiempo. Analizando restos de huesos, algunos expertos han podido determinar que en Oriente Medio se empezó a extraer leche casi al mismo tiempo en que empezó a practicarse la ganadería, hace unos 10.500 años. Las prácticas agrícolas fueron expandiéndose desde Anatolia hasta el norte de Europa y con ellas también la extracción de leche. Parece ser que los nuevos pobladores llevaron su ganado consigo en lugar de domesticar a los animales que se encontraban en su camino. Pero es evidente que aquellos nuevos pobladores sólo podían utilizar la leche para fabricar quesos o algo similar a los yogures porque aún no se había producido la mutación genética que permite consumir lactosa a los adultos. Los primeros agricultores europeos consumían quesos parecidos al cheddar (con muy poca lactosa) o algunos algo más curados. El parmesano actual, por ejemplo, carece casi por completo de lactosa.

Uniendo todos los datos, los arqueólogos y genetistas pueden pintar un cuadro muy realista de cómo fueron las cosas. Grandes familias de agricultores y ganaderos invadieron Europa desde el Sureste y desplazaron hacia el Norte a los habitantes locales. Los nuevos vecinos instalaron sus costumbres pero no podían tomar leche. Los cazadores desplazados terminaron desarrollando el gen de la tolerancia a la lactosa y reconquistaron parte del terreno perdido demográficamente al estar mejor preparados para superar hambrunas. Ése es el motivo por el que la intolerancia a los lácteos es más rara cuanto más se sube al norte de Europa. En Escandinavia sólo el 10 por ciento de la población la padece. Para finales del Neolítico, hace unos 5.000 años, el alelo LP era ya mayoritario en toda Europa y la ganadería para producir leche era una práctica común. Aquellos europeos habían descubierto una nueva forma de vida basada en la crianza de animales de granja. Y sacaron provecho a la riqueza nutricional de la leche en épocas de cambio del clima o escasez de cosechas. La leche fue así uno de los elementos constitutivos de estirpe europea del ser humano.

5
¿POR QUÉ TU PAREJA SIEMPRE TIENE LOS PIES FRÍOS?

El termostato oculto del ser humano

Es ley de vida y ha forjado, forja y forjará miles de encuentros y desencuentros de alcoba. Llegados a la cama, los pies de nuestra pareja siempre parecen estar fríos. Sobre todo (y no se tome esto como una muestra de injustificado sexismo sino como una simple constatación empírica) los de ella. Así que muchos sufridores de esos dos témpanos que cariñosamente se posan sobre la piel amada nos hemos hecho durante siglos la misma pregunta. ¿Como puedes tener los pies tan fríos?

Si usted es de las (o los) que tienen cubitos de hielo en lugar de extremidades puede responder de dos maneras Con una respuesta corta o una algo más larga. La corta es, sencillamente, «porque estoy vivo». La larga puede ser algo parecido a este capitulo.

La frialdad de las manos y los pies no es más que parte de un proceso natural de mantenimiento de la temperatura corporal óptima del organismo humano. Nuestro cuerpo necesita permanecer a una temperatura estable que mantenga los órganos internos funcionales y sanos. La temperatura corporal media normal ronda los 37 grados. Y esto debe ocurrir sea cual sea la temperatura exterior.

La piel humana es un aislante magnífico. Una de sus funciones es evitar que se escape el calor interno producido por el propio funcionamiento de los órganos y por el metabolismo. En este sentido actúa como una manta. De hecho, le ocurre algo muy

parecido a las mantas. Seguro que todos hemos experimentado alguna vez que la manta en invierno está caliente por dentro y fría por fuera. Por dentro se calienta al conservar el calor de nuestro cuerpo. La parte exterior de la piel humana suele estar al menos dos grados más fría que la interior.

Pero la piel es algo más que un aislante. También es un termostato. Apenas un milímetro por debajo de ella habitan unas células llamadas termorreceptores. Son células especializadas en detectar la temperatura y obrar en consecuencia. Si el interior de la piel empieza a enfriarse o a calentarse más de lo normal, envía señales al cerebro para que responda de algún modo. Si la temperatura baja, hay que generar energía y calor. Si la temperatura sube, es necesario expulsar energía y calor.

Una forma de producir calor es activar la circulación sanguínea, sobre todo en los lugares más sensibles, los órganos vitales. Para ello muchos animales, incluyendo el humano, poseen un mecanismo llamado intercambiador por contracorriente que permite conservar calor. Se trata de un sistema venoso que corre en sentido contrario al de la sangre de los brazos y las piernas. En lugar de bombear sangre del interior del cuerpo (corazón) al exterior, este sistema lleva sangre de la periferia al núcleo. De ese modo transporta el calor hacia donde más falta hace: alrededor de los órganos vitales.

El cerebro usa otro truco para darse calor: contrae los músculos erectores de la base de los folículos pilosos y con ello levanta el vello. En los animales peludos esto es muy importante, ya que genera una capa de aire más amplia en contacto con la piel y se evita la pérdida de calor. En los humanos, que tenemos menos pelo, el único efecto de este instinto es que se nos pone la carne de gallina.

Otras técnicas de mantenimiento del calor consisten en producirlo directamente. Tiritar de frío no es más que un recurso automático para producir movimiento y, por lo tanto, generar más calor.

¿Qué pasa cuando hace demasiado calor fuera de la piel? En estos casos, el cuerpo también tiene sus trucos para enfriarse. Cuando la temperatura corporal es muy elevada, los vasos periféricos se dilatan y fluye más cantidad de sangre cerca de la piel. Entonces nos enrojecemos, pero logramos que el calor se disipe

al exterior. Pero el efecto más evidente es que si hace mucho calor sudamos. Un humano puede sudar hasta 1,5 litros de líquido a la hora. Lo que pretende la naturaleza al hacernos sudar es que el líquido entre en contacto con el aire exterior caliente y se evapore. Para pasar de la fase líquida a la gaseosa todo líquido necesita energía. La energía de la evaporación del sudor (la transpiración) se obtiene del calor del cuerpo. Más sudor significa más evaporación y, por lo tanto, más calor robado. El cuerpo se enfría.

Eso es exactamente lo que le pasa al agua de un botijo. Estos míticos recipientes son capaces de mantener el agua fresca en condiciones de mucho calor ambiental. Lo hacen porque, igual que la piel, su superficie de barro es porosa. Deja pasar partículas de agua a través de ella. El agua, en contacto con el tórrido ambiente, se evapora y extrae calor del interior del recipiente. De hecho, se dice que los botijos sudan.

Pero ¿qué pasa entonces con los fríos pies de mi pareja? A baja temperatura, la piel genera una respuesta de vasoconstricción: los vasos sanguíneos periféricos se cierran para enviar sangre al corazón, el cerebro o los pulmones. Nuestra piel pasa de recibir unos dos litros de sangre por minuto a tener que contentarse con 0,02 litros. El terrible mensaje que hay detrás de este fenómeno es que, en caso de frío extremo, el cuerpo estaría dispuesto a sacrificar las extremidades para mantener vivos los órganos internos. Nariz, manos y pies son prescindibles y por eso son los miembros que antes se congelan en casos extremos.

Ésa es la razón por la que las manos se vuelven blancas o incluso azuladas si hace mucho frío (han perdido parte de su sangre). Pero algunas personas llevan este mecanismo al extremo y activan la vasoconstricción con mayor facilidad, incluso aunque no haga demasiado frío. Y les pasa más a las mujeres que a los hombres. Algunos estudios han demostrado que si se baja la temperatura corporal mediante exposición a una fuente de aire frío, las mujeres activan con más fuerza el proceso de vasoconstricción. Y eso a pesar de que, como media, ellas suelen estar 0,2 grados más calientes que ellos. Un médico llamado Han Kim hizo la prueba. Midió la temperatura de 219 hombres y mujeres de todas las edades, desde bebés hasta octogenarios y lo hizo en dos partes del cuerpo: el interior de los oídos (como muestra de la temperatura interna) y las

puntas de los dedos de la mano. Efectivamente, la temperatura interna de las mujeres era más o menos 0,2 grados más alta, pero la de los dedos era casi 2,5 grados menor.

Se sabe que la temperatura interna varía según la edad, el estado físico y el momento menstrual, de manera que quizás ese dato pudiera estar algo sesgado en el caso de las mujeres. Pero su hallazgo condujo a algunas hipótesis interesantes.

Se sabe que las mujeres tienen más grasa corporal que los hombres y eso afecta al modo en el que se distribuye el calor por las extremidades. ¿Y por qué hay esa diferencia de grasa entre unos y otros? Es una paradoja que exaspera a muchas que, a pesar de que la mujer suele consumir menos calorías, almacene más grasa. Una investigación de la Universidad de Nueva Gales del Sur explicó recientemente por qué ocurre esto. La culpa la tiene una hormona, el estrógeno, y su impacto sobre el almacenamiento de grasa para la natalidad.

Como promedio, las féminas tienen entre un 6 y un 11 por ciento más de índice de grasa corporal. Los estrógenos reducen la capacidad de las mujeres para consumir energía después de comer quizás porque la mujer puede necesitar esa energía extra en el caso de quedar embarazada. De hecho, la pubertad y la fase inicial del embarazo son momentos en los que los niveles de estrógeno se disparan. Y también son etapas donde el mantenimiento a raya de la cantidad de lípidos es más difícil.

De manera que las mujeres tienen algo más de grasa que mantiene sus órganos internos más caliente pero sus extremidades más frías. Algunos científicos han llevado su curiosidad sobre este fenómeno al extremo. Peter Tikuisis es un fisiólogo canadiense que quería saber cómo se comporta el cuerpo humano en situaciones de caída repentina de temperatura, como cuando es atrapado por una avalancha de nieve, por ejemplo. En el año 2000 reclutó a 11 mujeres voluntarias y les pidió que introdujeran su cuerpo hasta el cuello en agua helada. Monitorizó sus temperaturas y comparó los resultados con otro estudio previo similar con hombres. Descubrió que el modo en el que la temperatura rectal disminuía tenía más que ver con la cantidad de grasas de cada cuerpo que con el sexo. Las personas más pequeñas suelen tener una mayor relación entre su volumen y la superficie (técnicamente se llama relación

superficie-volumen) y pierden calor más rápidamente. Por ejemplo, los niños prematuros se enfrían más rápidamente que los niños nacidos a término. Su relación superficie-volumen, es decir, la cantidad de piel expuesta al ambiente con respecto a su tamaño, es mucho mayor y eso les genera a los médicos mayores dificultades para mantener en estos niños el calor interno de sus cuerpecitos.

Pero una cosa es la temperatura interior de nuestro organismo y otra la sensación que experimentamos en la piel… y otra muy distinta la sensación que nos producen los pies de la pareja en una noche de enero. La percepción del frío ocurre por sutiles modificaciones en la temperatura de la piel que se producen antes de que la temperatura interna descienda. Sentimos frío antes de que realmente estemos fríos. Las mujeres suelen empezar este proceso antes y, por lo tanto, sienten frío también antes. Son más frioleras aunque su temperatura sea exactamente igual en un momento determinado a la de un hombre.

De manera que parece que el círculo se cierra. Ellas inician antes el proceso de vasoconstricción, son más frioleras y su grasa corporal mantiene más cantidad de energía lejos de las extremidades. Luego, por término medio, son más propensas a entrar en la cama con los pies como cubitos de hielo.

Este fenómeno puede tener algunas consecuencias algo menos divertidas. Las mujeres son más propensas que los hombres a padecer enfermedades como el síndrome de Raynaud, que genera episodios de contracción extrema de los vasos sanguíneos ante situaciones de frío o de estrés emocional. La coloración de los dedos cambia repentinamente y pueden producirse casos dolorosos. Afortunadamente, es mucho menos común que el otro síndrome, el que provoca una de las frases más repetidas a lo largo de una relación sentimental: «Cariño, ¿cómo puedes tener los pies tan fríos?».

6
¡QUÉ ME DICES!

Científicos que se hacen famosos explicando por qué nos gustan tanto los programas de famosos

Un 6 por ciento de los adolescentes españoles declara que su máxima aspiración en la vida es ser famoso. Lo dice la encuesta «Adolescentes, aspiraciones y modelos», elaborada por la Liga Española para la Educación. Eso significa que cerca de 240.000 jóvenes de entre 10 y 19 años están de algún modo obsesionados por la fama. No está mal. Algunos estudios demuestran que el 40 por ciento de los adultos cree en un momento de su vida que va a gozar de sus 15 minutos de celebridad algún día. En Estados Unidos hay investigaciones que elevan a cuatro millones el número de personas cuyo objetivo vital es logar salir en televisión. Lo cierto es que no son gente inusual. Cada vez es más común encontrarse con ellos, son los devoradores de fama en cualquiera de sus formatos. Y, bien mirado, quizás todos tengamos un poco de su personalidad. ¿O acaso no disfrutamos contemplando la vida de los demás, conociendo sus peripecias y cuitas, sentándonos cerca de un «famoso»?

La ciencia, que tiene la inveterada manía de tratar de explicarlo todo, también ha estudiado el cerebro de los famosos que ya lo son y el de aquellos que quieren serlo para tratar de indagar en las causas de la fascinación por los focos, las motivaciones que encierra la celebridad, los deseos y las tragedias que subyacen en la mente de alguien que quiere vivir una vida expuesta al público.

Los psicólogos que estudian la personalidad suelen hacer listas de motivaciones, les encanta. Nos movemos por celos, ambición, miedo, pereza, amor, odio, necesidad de pertenencia al grupo… y cientos de causas más que nos impulsan a tomar una u otra decisión. Pero curiosamente la fama suele estar olvidada en las listas de motivaciones principales a pesar de que, como ya hemos visto, millones de personas en todo el mundo persiguen precisamente eso.

Quizás la motivación psicológica universal más parecida a la fama sea lo que el psicólogo William James, nacido en 1842, describió como «el deseo de ser aceptado por los otros». Más allá de la definición de James, los expertos actuales en el comportamiento humano saben que existe una pulsión humana compartida por casi todos los individuos de «generar buena impresión, de ser escuchado y mirado. Excitar, fascinar, entretener, intrigar, capturar la atención del prójimo». Es una especie de instinto de reconocimiento.

No se sabe muy bien de dónde procede este sentimiento. Algunos expertos creen que se adquiere con el tiempo, cuando vamos madurando y siendo conscientes del impacto que produce en nuestras vidas la notoriedad dentro del grupo. Otros, los más afines a la psicología evolutiva, afirman que nacemos con ese instinto. De algún modo la personalidad humana se impregnó de deseo de fama cuando, entre los ancestros de la humanidad, los bebés que más atención recibían tenían más probabilidades de sobrevivir. La cooperación grupal provee comida y seguridad al grupo, pero para recibir ayuda tienes que ser notorio.

Los estudiosos de la mente infantil, psicólogos y neurólogos del desarrollo, podrían estar de acuerdo con esta idea. No en vano existen cientos de experimentos que demuestran que para el niño pequeño recibir la satisfacción de sus necesidades básicas (alimento, calor, cariño, limpieza…) es una muestra de aprobación. Desde muy pronto empezamos a identificar los cuidados que nos profesan nuestros padres con una muestra de que nos juzgan favorablemente, y las regañinas y castigos son momentos dramáticos en los que nuestra imagen no encaja en el grupo. Si queremos vivir en sociedad, tendemos a desear «lucirnos».

La mayoría encontramos suficiente satisfacción siendo «famosos en nuestro círculo». Sabemos que nos aprecia nuestra familia, que

nos admira nuestra pareja, quizás también algún amigo o compañero de trabajo, y con eso hemos desahogado nuestra necesidad de notoriedad. Pero muchas otras personas necesitan ampliar el círculo de su fama. Quieren ser reconocidos por desconocidos, quieren que hablen de ellos, que sus vidas estén en boca de todos. Quieren, por encima de cualquier cosa, ser *celebrities*.

Claro que no es lo mismo ser famoso por ganar un premio Nobel que asaltar las primeras planas de los periódicos como asesino en serie. Orville Gilbert Brim es un veterano sociólogo de la Universidad de Yale que ha pasado buena parte de su carrera estudiando la fama. Tanto ha mirado los cerebros de las personalidades célebres y de los cazadores de fama que, sin quererlo, él mismo se ha hecho famoso y hoy es una de las personalidades más notorias en el mundo del estudio científico de la notoriedad. Entre sus logros está haber descrito cuatro tipos de fama. La fama honorable llega cuando alguien consigue un logro reconocido como útil por toda la sociedad (deportistas, científicos, artistas célebres por su trabajo). Existe otro tipo de fama que se produce por contacto familiar o cercano con una persona famosa. El típico fenómeno de «el hijo de…». Gilbert cuenta una anécdota que parece realmente increíble, pero que ejemplifica a las mil maravillas hasta qué punto la fama puede contagiarse por contacto. Dicen que cuando John Kennedy Jr., conocido como John John, se mudó a Nueva York cientos de personas hicieron todo lo posible por entrar en contacto con él. Hubo movimiento de vecinos hacia el barrio, permanentes empeños por hacerse el encontradizo con él en las escaleras…, hasta el extremo de que una señora llegó a aparecer en la tele diciendo: «No, yo todavía no le conozco, pero mi perro conoce al suyo».

Una tercera forma de fama es la simple exposición a los medios de comunicación. Sabemos que en nuestros días este tipo de fama es muy habitual. Las celebridades lo son simplemente porque aparecen en la tele, no importa lo que hagan profesionalmente (si es que hacen otra cosa que no sea aparecer en la tele). Este tipo de fama, muy de nuestro siglo, tiene sentido. La palabra celebridad procede del latín *celeber* (concurrido). Hoy una persona célebre es alguien en la que converge la audiencia, la atención, independientemente

de los motivos de esa concurrencia.

La cuarta modalidad de fama es la más terrible: la infamia, el logro de la atención mediante la comisión de un acto detestable.

Lo que la ciencia empieza a estudiar ahora es que la fama afecta a la vida de las personas, tanto de las que disfrutan de ella (y aquí la palabra «disfrutar» no significa necesariamente «sentir placer») como de los que la persiguen.

Lo más fascinante del trabajo de Gilbert es que ha descubierto una verdad universal sobre la fama que antes no se tenía en cuenta: «La fama nunca se siente saciada. La gente que la alcanza tiene que vivir con ella de por vida, la gente que la desea y no la alcanza vive siempre con una profunda sensación de fracaso».

Los psicólogos quieren saber más sobre los sentimientos de un famoso o una famosa, y sobre las emociones de un «cazador de fama» (alguien que desea ser famoso). E incluso sobre una tercera personalidad que también abunda en las sociedades contemporáneas, el admirador de famosos. Todos lo somos en cierta medida, pero en algunos casos el deseo de conocer las vidas de una celebridad, de lograr autógrafos o *selfies* con divos, de tener contacto con una estrella del cine o el deporte puede llegar a ser enfermizo.

Un estudio reciente de la Universidad de Leicester demostró que el 30 por ciento de una muestra de 600 adultos estaban afectados de alguna manera por un llamado «síndrome de veneración de los famosos». En los casos más graves, los que lo padecen llegan a creer que el famoso al que adoran los conoce y estarían dispuestos a darlo todo por él. Incluso la vida.

Esta enfermedad (porque una cosa es leer las revistas del corazón como hacemos todos y otra es vivir pendiente de la vida de los que aparecen en ellas) se describe como un desorden obsesivo-adictivo por el que los pacientes se obsesionan por los detalles de la vida de un personaje público. No crean que se trata de una patología anecdótica. Existen docenas de investigaciones clínicas sobre ella, muchas de las cuales han relacionado el síndrome con otras causas de pobre salud mental como la ansiedad extrema, la depresión y la mala percepción de la propia imagen.

Uno de los mayores expertos mundiales en este mal es el doctor John Maltby, de la citada Universidad de Leicester. De sus estudios

se deduce que sólo un uno por ciento de la población llega a padecer el síndrome en fase obsesiva. Pero un 10 por ciento muestra interés excesivo por la vida de los famosos y un 14 por ciento hace esfuerzos por conocer la intimidad de una celebridad tales como ver programas del corazón, comprar revistas o socializarse con otros aficionados al tema. Según Maltby, el 75 por ciento de la población no tiene interés alguno en la vida de los famosos. ¿Será verdad? De ser así, si los ignora la mayoría del público, ¿cómo se hacen tan famosos?

Los biólogos evolutivos creen que es natural en los seres humanos admirar a otros por sus logros. En sociedades prehistóricas se profesaba mayor respeto a los mejores cazadores y a los veteranos más experimentados en el duro arte de la supervivencia. Hoy no necesitamos cazar y la longevidad está mejor repartida, esas cualidades antes admiradas hoy son innecesarias. Así que ponemos el foco en otras. Lo explica en muchas ocasiones Francesco Gill, un antropólogo de la Universidad de Pensilvania: «Tiene sentido que cataloguemos a los demás a partir de su éxito en comportamientos que tendemos a copiar. Los que destacan por encima de la media en una habilidad que los demás envidian se convierten en admirados». Aunque seguir a una celebridad no siempre quiere decir que la admiremos como modelo. Nos sentimos fascinados por personajes de los que sabemos que nunca copiaríamos ni una sola de sus actitudes. ¿Por qué lo hacemos entonces?

Quizás simplemente porque nos divierte. O, como dice el biólogo de la Universidad de Liverpool Robin Dunbar, porque «las celebridades son un símbolo de que vivimos en una sociedad próspera. En un mundo en crisis, en guerra o en peligro los héroes son los soldados. En un mundo próspero son los jugadores de fútbol, los artistas de Hollywood y los participantes en *Gran Hermano*».

De hecho, las investigaciones del doctor Maltby han demostrado que los que siguen (bueno, confieso que debería decir «seguimos») la vida de los famosos por divertimiento tienden a ser más optimistas, extrovertidos y felices. Parece que el cotilleo tiene algo beneficioso.

Y no es extraño. Al fin y al cabo, las *celebrities* nos activan algunos resortes motivacionales que la naturaleza ideó para impulsar el amor, la atracción, para empujarnos a buscar pareja. Las

estrellas del panorama mediático juguetean con nuestra capacidad de amar, de admirar, de imitar y de indagar.

No parece tan desproporcionada (aunque enfadara a tantos en su momento) la frase de John Lennon jactándose de que los Beatles eran más famosos que Jesucristo. Con su mitología, su ritual y su capacidad de perdurar más allá de la muerte, la fama ocupa un nicho cultural similar a la religión.

Es curioso que según ha descubierto el psicólogo James Houran, de la Universidad del Sur de Illinois, las personas no religiosas tienden a estar más interesadas por la vida de los famosos. Las estrellas de Hollywood pueden ser casi consideradas como los santos del santoral laico del siglo XXI, con su aura, su carisma y su capacidad de congregación.

Incluso algunos tienen vidas épicas, son monumentos al esfuerzo y la superación de las desgracias y eso los convierte en modelos: Oprah Winfrey sufrió abusos sexuales y las consecuencias de la discriminación racial en su juventud; Lance Armstrong ganó el Tour de Francia cinco veces tras superar un cáncer…

Los antropólogos saben que el reconocimiento de una cara forma parte fundamental de la socialización de un individuo. Es posible que en el Pleistoceno nuestro cerebro se adaptara para reconocer rostros similares al nuestro e interpretarlos inmediatamente como «uno de la familia», alguien que no va a hacernos daño. La importancia de esta capacidad casi automática llega a nuestros días. ¿O acaso usted no ha creído ver un rostro alguna vez en la baldosa del cuarto de baño en una de esas tardes de paciente espera sentado?

En investigaciones realizadas con monos y usando aparatos de resonancia magnética se ha detectado que el cerebro activa un grupo neuronal determinado en el lóbulo temporal cuando se procede al reconocimiento de caras. Curiosamente, esas mismas neuronas se ponen en marcha en presencia de otras formas que de algún modo remedan un rostro. Es evidente que reconocer una cara se torna vital en términos de supervivencia. La comunicación intraespecie y la identificación del peligro son fundamentales para el desarrollo de una comunidad biológica. A nadie le gustaría fallar sistemáticamente en el empeño por diferenciar el rostro de un amigo del de un depredador.

Por eso el cerebro se ha especializado con gran habilidad en esta función primaria. Y es algo que nos acompaña desde nuestra más tierna infancia. Investigaciones con bebés demuestran que los recién nacidos sometidos a diferentes estímulos visuales prefieren sistemáticamente los que recuerdan rostros. Aunque sea simplemente un par de puntos a modo de ojos y una curva que simula una sonrisa. En realidad, los rasgos diferenciadores de una cara son muy simples. En casi todas las especies animales se encuentra un «cuadrado mágico» compuesto por la línea de los ojos en su lado superior y la de la boca en el inferior que contiene a la nariz en su interior. Tan fácil es detectar una cara que hoy en día existen cámaras fotográficas domesticas que discriminan automáticamente entre una multitud de figuras el rostro que queremos retratar y enfocan e iluminan mejor esa área.

Pero esta facilidad tiene un efecto secundario. Como recuerda Carl Sagan en su libro *El mundo y sus demonios*, «la eficiencia del mecanismo de formas en nuestro cerebro para aislar una cara entre un montón de detalles es tal que a veces vemos caras donde no las hay. Reunimos fragmentos inconexos de luz y oscuridad e, inconscientemente, intentamos ver un rostro». El Hombre en la Luna es un resultado de ello. ¿No lo ve allí arriba, observándonos con sus ojos abismales desde la Luna llena?

La pareidolia (la visión de rostros donde no hay) es un fenómeno tan habitual que incluso ha sido propuesto para explicar algunas formas encontradas en pinturas rupestres, grabados en rocas milenarias o gigantescas lineas dibujadas en el suelo de una civilización pasada. El artista, en cualquiera de sus manifestaciones, observa la naturaleza con avidez y cierta zozobra ante lo inconmensurable de su modelo. Un rayo, una aurora boreal, una nube, una reunión de hojas acumuladas por el viento pueden semejar entonces una cara animal o humana, esbozada torpemente sobre la pared de la caverna.

También es una consecuencia de esta tendencia humana a fabricar formas mentales la sacralización de montes, rocas, peñascos, grutas, parajes naturales que, en algún momento de la historia o vistos desde determinados ángulos, parecen reproducir la silueta de un santo, de un Dios, de un animal mitológico.

Es evidente que observar una cara (o lo que creemos que es una

cara) dispara ciertos mecanismos neuronales exclusivos y, muchas veces, está unido a una potente actividad emocional. En la soledad del desierto, tras varios días de andadura perdido, pocas cosas más gratificantes puede haber como ver unos ojos que te miran a lo lejos.

Hace cientos de miles de años era prácticamente imposible contactar con otros rostros que no fueran de la propia familia. De manera que la visión de la faz siempre fue unida al sentimiento de amistad y de contacto. Ahora, los medios de comunicación nos exponen a miles de caras de personas absolutamente desconocidas con las que es harto improbable que algún día lleguemos a contactar. Pero nuestro cerebro sigue notando el primitivo sentimiento de cercanía que provocan los rostros, aún nos queda un resto de aquella función original y tenemos la ilusión de que esos ojos que nos miran desde la tele son algo nuestro. Los identificamos casi como miembros de nuestra familia simplemente porque reconocemos sus caras. Entonces no nos parece raro querer saber sobre ellos, sobre sus vidas, entrar en sus casas, conocer su intimidad. Nunca nos aburre verlos (incluso si están 24 horas encerrados en la casa de *Gran Hermano* sin hacer nada), igual que no nos aburre ver a nuestros familiares en casa.

El sociólogo de la London School of Economics, Satosi Kanazaca, cree que «nuestro cerebro sencillamente no se da cuenta de que está siendo engañado por la ilusión de familiaridad de los rostros de las revistas o de la televisión». Pero sus investigaciones sobre la fama van más lejos. Ha llegado a descubrir que las personas que ven más televisión se sienten más satisfechas con sus amistades aunque no necesariamente tengan más o mejores amigos. De alguna manera, se creen que los tienen. De hecho, los adolescentes que más información reciben sobre *celebrities* desarrollan lazos sociales más fuertes y son más independientes de sus padres.

En el mundo de la fama, hoy en día, juega también un papel determinante la belleza. Nos guste o no, los rostros bellos nos llaman más la atención. Estudios con tecnología de seguimiento de los ojos han demostrado que tanto los hombres como las mujeres pasan más tiempo mirando fotografías de caras bonitas que de caras feas. Y los niños de ocho meses ya se sienten atraídos por ciertos rasgos humanos que consideramos universalmente bellos: la

regularidad, la simetría, la suavidad de la piel, los ojos grandes, los labios gruesos…

Pero también se sabe que cuanto más miramos un rostro, mas bello nos parece. Se llama en psicología «efecto de exposición» a la capacidad que tenemos de acostumbrarnos a los trazos de un rostro y a identificarlos como bellos cuantas más veces lo miramos. Esa puede ser la razón por la que la mayoría de los famosos nos terminan pareciendo más guapos que la media.

Además, la personalidad afecta sin duda a la belleza. Solemos decir que la cara es el espejo del alma y es absolutamente cierto. Kevin Kiffin y David Sloan son dos psicólogos de la Universidad de Nueva York que realizaron un curioso experimento. Analizaron el comportamiento de estudiantes de arqueología durante unas duras excavaciones que duraron varios meses. Al final del trabajo hicieron una encuesta sobre el aspecto físico de los compañeros. Aquellos que habían sido más colaborativos y solidarios durante el trabajo puntuaron como los más bellos y atractivos, aunque objetivamente no lo fueran. Hay expertos en imagen que han constatado que, habitualmente, las y los modelos son menos atractivos que las actrices y los actores del cine y la televisión. Quizás porque los primeros no ofrecen ningún trazo de su personalidad, no muestran su «alma».

De hecho, el enigma de los famosos, la verdadera razón por la que nos atraen tanto, no es porque nosotros los veamos, es porque nos parece que ellos nos miran a nosotros. Y no, eso no quiere decir que estemos locos.

7
SÉ QUE ME ESTÁS OYENDO…

El misterioso mundo interior de los pacientes en coma

¿Y si nuestra conciencia no fuera más que el resultado de un revoltijo de tejidos cerebrales? Si todo lo que pensamos, creemos, sentimos, los miedos que nos acogotan, el amor que late en nuestro pecho, las esperanzas y frustraciones dependieran del buen funcionamiento de un puñado de neuronas… Estaríamos sólo a un golpe en la cabeza de distancia con la nada. Con dejar de ser lo que somos. Un traumatismo malhadado y, ¡zas!, adiós a nosotros como seres humanos. ¿Será verdad?

Esta es la provocadora y quizás triste visión de los hechos que planteaba el ya desaparecido Francis Crick, uno de los genetistas más famosos del mundo y premio Nobel por haber participado en el descubrimiento de la estructura molecular del ADN en los años 50 del siglo pasado. Según él somos una sopa de genes, y cuando dice «somos» no sólo se refiere a que nuestras células, músculos, huesos, humores y vísceras están compuestos de la insoportablemente carnal cadena de bases nitrogenadas…, también lo está nuestra conciencia.

La idea es perturbadora porque la materia se corrompe, se quiebra. Basta un pequeño accidente cerebrovascular, un golpe en la cabeza esquiando, un tumor cerebral para que ese hatillo de tejidos nerviosos que componen, según Crick, nuestra identidad se cortocircuite. ¿Qué somos entonces? ¿Qué se siente en medio de un estado vegetativo? ¿Cuán humano es un cerebro en coma? ¿Dónde

están los límites de la conciencia?

El tema es peliagudo. Porque somos muchos (entre ellos infinidad de neurocientíficos) los que nos negamos a creer que Francis Crick tuviera razón. Los que pensamos que el ser humano consciente y digno es algo más que un ovillo de neuronas y fibras, y que, cuando éstas dejan de funcionar (momentáneamente, o de manera parcial para siempre), algo sigue latiendo en el interior de nuestra conciencia. Pero ¿qué?

Existe un serio problema de base para responder a esta pregunta, una suerte de círculo vicioso del que la ciencia no sabe bien cómo salir: el cerebro no puede estudiarse a si mismo. Metemos una mariposa en un frasquito y estudiamos el color iridiscente de sus alas, el movimiento de sus antenas, el tamaño de sus órganos vitales…, pero no es posible meter nuestra conciencia en un laboratorio y verla desde fuera. Por eso, la ciencia lleva décadas poniendo su foco en aquellos casos en los que la conciencia parece haber huido: en los enfermos en coma, en los accidentados que permanecen en estado vegetativo. Y ese espacio fronterizo entre sentir y no sentir, entre vivir y no vivir, se antoja aún un misterio.

Hay pacientes que reaccionan de un modo determinado en ese trance, que expresan patrones de actividad neuronal, que llegan a recuperarse. Otros no: parecen perdidos en un océano silencioso, a la deriva, hacia quién sabe qué dirección. La neurociencia busca con empeño conocer qué los diferencia, dónde está la sutil línea roja que separa la esperanza de la resignación.

Un estudio realizado por científicos belgas y estadounidenses en 2009 determinó que cerca del 40 por ciento de los pacientes que son declarados en estado vegetativo tienen conciencia de algunos acontecimientos; su cerebro reacciona a determinados estímulos de manera similar a cómo reacciona un cerebro despierto. Trabajos como éste han obligado en el siglo XXI a rediseñar el tratamiento de los accidentados neuronales y crear nuevas categorías diagnósticas: «el estado de mínima conciencia» y el estado de «vigilancia sin respuesta». El primero se refiere a aquellos pacientes que son incapaces de comunicarse aunque muestran evidencia inconsistente pero reproductible de conciencia de sí mismos y del entorno. El segundo supone una suerte de vigilia en ausencia de respuesta hacia uno mismo o el entorno, en el que sólo se observan respuestas

motoras reflejas, sin interacción voluntaria hacia el medio, es lo que antiguamente conocíamos como «estado vegetativo». En otras palabras, el salto entre ser consciente y no serlo no es repentino. Entre uno y otro estado hay todo un abanico de situaciones, casos, sensaciones, sentimientos… que aún no comprendemos bien. Pero se hace imperativo trazar ese camino porque una visión demasiado reduccionista del asunto ha hecho que durante siglos los seres humanos hayamos condenado a una injusta muerte prematura a los cientos de miles de congéneres carentes del 100 por ciento de su capacidad de respuesta y a los que ominosamente hemos llamado «vegetales».

El 10 de noviembre del año 2011, la revista médica *The Lancet* publicó un fascinante estudio al respecto de esta borrosa frontera. Se seleccionó a 16 pacientes catalogados como «estado vegetativo» para realizar una cadena de pruebas de electroencefalografía. En una de esas pruebas se les dijo que imaginaran que apretaban la mano o movían el dedo gordo del pie. Tres de los pacientes mostraron actividad neuronal en las áreas motoras del cerebro al hacerlo. ¿Acaso estaban escuchando las instrucciones que les daban? Si era así: ¿no deberíamos decir que eran pacientes plenamente conscientes?

Es fácil imaginar lo que horrorizan este tipo de estudios a los familiares de enfermos en coma. ¿Horroriza o alivia? Saber que nuestro ser querido inmóvil, incapaz siquiera de respirar autónomamente, nos escucha, ¿es un motivo para la esperanza o para la desesperación? Muchos familiares acuden a diario al lecho de estos enfermos para hablarles y muchos están convencidos de que con ello alivian el pesar del postrado y quizás ayudan a su recuperación. Y la ciencia lucha a brazo partido para encontrar argumentos que les den la razón para seguir haciéndolo. Porque, como muchas veces me han dicho neurólogos habituados a lidiar con estos temas: «Tratar a una persona consciente como si no lo fuera en absoluto es el peor error médico posible, la mayor condena en vida a la soledad».

Según la Federación Española del Daño Cerebral, unas 2.200 personas quedan postradas en estado permanente de coma en España cada año. Datos clínicos como el estudio antes mencionado de *The Lancet* sitúan el porcentaje de error de estos diagnósticos

entre el 15 y el 40 por cien. Eso significa que cada año podría haber 800 personas calificadas de «vegetativos» sin serlo. Sus mentes están abiertas y receptivas al estímulo de sus seres queridos. Pero ¿qué tipo de estímulos?

Davinia Fernández Espejo es una española que trabaja con estos enfermos en el Instituto del Cerebro y la Mente de la Universidad de Western Ontario en Canadá. Según sus datos, el 20 por ciento de los pacientes en estado vegetativo pueden responder órdenes. El caso más sorprendente que relata es el de Scott Routley, un hombre que llegó a su centro tras 12 años sin respuesta cerebral. El equipo de Davinia «jugó» un rato con su mente. Le conectaron a una máquina de resonancia magnética funcional y le hablaron.

En otros pacientes habían detectado actividad neuronal cuando se les pedía que imaginasen que estaban jugando al tenis o paseando por sus casas. El 20 por ciento de los analizados respondían, parecían querer obedecer las órdenes. Pero a Scott se lo pusieron algo más difícil.

«Le preguntamos si se llamaba Scott —cuenta Davinia—. Y luego le propusimos que si la respuesta era sí, pensara que estaba jugando al tenis y si no, pensara que paseaba por su casa».

Como el equipo de médicos había establecido las diferencias de respuesta neuronal entre uno y otro pensamiento, pudieron determinar si Scott quería decir «sí» o «no». Habían logrado un sistema de comunicación rudimentario con un enfermo en estado vegetativo.

Por desgracia, el mecanismo no siempre funciona, una simple infección puede dar al traste con la capacidad de respuesta del paciente. La herramienta, además, se limita a preguntas que se puedan contestar con un sí o un no. Pero sirvió para demostrar algo que la familia del hombre postrado intuía desde hacía 12 años: que él sí les entendía.

Cerebros como el de Scott están ayudando a los neurólogos a entender qué cosa es eso a lo que llamamos conciencia. Tradicionalmente se ha pensado que la conciencia, es decir, la capacidad de tener constancia de nuestra existencia y nuestra relación con el entorno, es una facultad difundida por todo el cerebro. Pero al analizar con resonancias magnéticas los cerebros de personas sanas dormidas y despiertas, y compararlos con enfermos

en coma, se ha empezado a acotar el área donde nos hacemos conscientes. Son tres zonas determinadas de la corteza prefrontal, la corteza parietal y el tálamo. Quizás estar alerta, ser consciente, depende del buen funcionamiento de las conexiones entre estas tres regiones cerebrales. En teoría, no es necesaria una gran cantidad de cerebro para ser consciente, basta con tener sana la parte correcta.

Con estos datos, científicos como Davinia Fernández Espejo son capaces de diferenciar entre enfermos vegetativos y enfermos mínimamente conscientes con un acierto del 95 por cien. Es decir, de reducir al mínimo los errores de diagnóstico.

Pero todos estos estudios siguen sin poder contestar a la pregunta que realmente a todos nos conmueve. ¿Qué siente un paciente en coma?

Algo empezamos a saber de ello. Una de las máximas autoridades mundiales en este terreno es Steven Laureys, el responsable del Coma Science Group de Lieja. Sus trabajos sobre la neurología de la conciencia son apabullantes, pero lo que más me llamó la atención de toda su carrera, cuando lo conocí, fue el sorprendente caso de Rom Houben. Este belga lleva más de 25 años postrado por un accidente de tráfico. Pero desde 2006 su médico, Laureys, se ha empeñado en demostrar que realmente está consciente, aunque incapacitado para hacerlo visible. Laureys diseñó un sistema por el cual Houben podría transmitir información pensando que movía los dedos sobre un teclado. Bajo esas circunstancias, el mundo entero quedó consternado cuando del teclado de Rom salieron frases como ésta: «Desamparado, completamente desamparado. Al principio me sentí furioso, ahora he aprendido a vivir con ello».

Es fácil imaginar el impacto que este descubrimiento tuvo en los medios de comunicación de todo el mundo. Tanto que nadie cayó en la cuenta de que el experimento presentaba muchas lagunas. Algunos expertos en analizar objetivamente investigaciones científicas arguyeron que aquellas frases no demostraban nada. Rom necesitaba la asistencia de una enfermera para colocar las manos en el teclado. ¿No sería el deseo de los asistentes lo que estaba moviendo en realidad sus dedos? Por desgracia, no se ha podido repetir el experimento con otros asistentes, por ejemplo con personas que no hablen el idioma de Houben para demostrar que

realmente es la mente del hombre la que guía los escritos. El caso ha pasado a ser un simple intento fallido. Pero demuestra cuán lejos estamos todavía de entender qué pasa en la mente de un ser querido en coma.

De hecho, a menudo afloran situaciones excepcionales como la del joven Terry Wallis, de Arkansas, que volvió a la consciencia y recuperó la capacidad de hablar con fluidez después de 19 años postrado en estado vegetativo. Cuando un equipo de médicos le practicó su primer escáner cerebral tras la recuperación, descubrió que el cerebro de Terry había tenido un inédito florecimiento axonal, le habían nacido nuevas conexiones entre las neuronas preexistentes a su accidente.

Es evidente que todos los que tienen en su familia un caso similar anhelan que su ser querido sea un nuevo Wallis. Pero desespera saber que la ciencia aún no puede determinar quién está en trance de recuperarse y quién dormirá en coma eternamente. Cuando un experto realiza una resonancia o un escáner a un cerebro, observa diferentes actividades electroquímicas, encuentra patrones, ve movimientos…, mas ¿cómo interpretarlos? ¿Cuáles de esas curvas, colores y resultados responden a un sentimiento, a una sensación…? ¿Cuáles son meros reflejos inconscientes, restos latentes de una máquina que un día pensó?

El gran reto de la ciencia neurológica contemporánea es abrir una línea de comunicación con esos cerebros. Abrir la ventana y descubrir qué se siente ahí dentro.

El suceso más intrigante que ha tenido lugar en la literatura clínica sobre el coma le va a dejar boquiabierto. Tome asiento y lea.

Jason Murdoch está postrado en un centro de rehabilitación de San Diego tras sufrir un accidente de coche. Los médicos le han diagnosticado mutismo acinético, un estado de coma vigilante, semiinconsciente. Tiene dañada la corteza cingulada anterior del cerebro. No puede andar, ni mover las manos, ni interactuar con otras personas. Pero se le nota alerta: de vez en cuando sigue con la vista el movimiento de las personas que lo rodean. Lleva así tres meses.

Una tarde de rutina, casi por azar, su padre llama a la habitación por teléfono. Jason escucha el timbre, agarra el auricular y se pone a charlar con él como si nada. Conversan unos minutos, luego

cuelga y vuelve a caer en coma. Hicieron más pruebas, en las que el padre llamaba desde la habitación de al lado, y el caso fue descrito por el profesor Vilayanur S. Ramachadran, uno de los popes del estudio de fenómenos extremos en el cerebro. El experto dice que «parecía que Jason era en realidad dos personas. Por teléfono era el mismo de siempre, pero cuando el padre entraba de nuevo en la habitación Jason volvía a su estado semicomatoso».

No está claro qué le pasó. La teoría más plausible es que el daño cerebral de Jason fuese leve. No tanto como para recuperar la actividad de la corteza cingulada, pero no lo suficientemente grave como para destrozarla por completo. Quedó intacta la región auditiva. Era un hombre que se activaba por voz.

Pero, entonces, ¿por qué sólo contestaba al sonido de la voz telefónica? ¡Quién sabe! Algunos neurólogos postulan que el cerebro, al recibir información visual y auditiva a la vez, prioriza la primera. Si ese canal está deteriorado en el área de procesamiento durante un coma, desecha la comunicación, se bloquea y el sujeto queda aislado. Es como si nos pidiesen el carnet a la entrada de una discoteca y no lo llevásemos: prohibido el paso. Pero cuando la información es sólo auditiva la comunicación fluye con tranquilidad.

El doctor Ramachadran lo explica con frialdad pasmosa. «Jason era un hombre fragmentado. Algunas de sus piezas funcionaban a la perfección, otras estaban rotas».

8
¿A QUÉ ABUELO TE PARECES MÁS?

La respuesta es fácil, salvo que tengas tres padres

Todos los seres humanos tenemos dos progenitores. Por lo menos hasta el día de hoy la ciencia no ha inventado ningún método de reproducción humana eficaz que no exija el intercambio de genes entre un hombre y una mujer en cualquiera de sus formatos: mediante la cópula, con procedimientos de fertilización in vitro, acudiendo a vientres de alquiler… Siempre es lo mismo, la madre aporta una mitad del material genético de la criatura y el padre la otra. O casi… porque recientes descubrimientos biológicos han detectado que en realidad los hombres pasamos a la descendencia un puñado más de genes que las mujeres. Bioquímicamente hablando, nos parecemos todos más a papá que a mamá. Pero, por sorprendente que parezca, es probable que las cosas estén a punto de cambiar.

El 22 de julio de 2014 el Parlamento del Reino Unido dio permiso para hacer una prueba por primera vez en la historia: el nacimiento de un bebé con ADN de tres personas diferentes: el primer niño con tres padres de la historia será, probablemente, inglés. La técnica que lo permitirá se llama transferencia de ADN mitocondrial y está dirigida a mujeres en cuyas células no funcionan bien las mitocondrias, es decir, esos corpúsculos que nutren de energía a los tejidos y cuyos defectos pueden causar graves enfermedades del cerebro, los músculos, el corazón y otros órganos. Los niños que heredan mitocondrias con un tipo

determinado de deficiencias pueden morir a una edad muy temprana o sufrir enfermedades incurables como la distrofia muscular. Se calcula que este tipo de defectos se produce en uno de cada 3.000 nacimientos.

La única manera de evitarlo es detectar el estado de las mitocondrias de la mujer antes de que conciba. Si son defectuosas, por desgracia, debería plantearse seriamente la posibilidad de ser madre. A no ser que encuentre a otra mujer con mitocondrias sanas y se las ceda. Claro que eso genera un pequeño problema. Se sabe que las mitocondrias tienen 37 genes y que siempre es la madre la que las aporta a los hijos. En el caso de una transferencia entre dos mujeres, el niño resultante tendría ADN de tres personas diferentes: el padre (que aportaría el 50 por ciento), la madre natural (que aportaría el otro 50 por ciento excepto los 37 genes mitocondriales) y la mujer donante de las mitocondrias.

Un grupo de 34 de los 318 miembros del Consejo de Europa calificó esta técnica como contraria a las leyes y a la dignidad humana, y el Consejo de la Familia (Family Council) de Estados Unidos se opone a ella, entre otras razones, por la inédita ampliación del concepto de paternidad: «Podría ser usada por familias polígamas o poliamorosas para “crear” niños emparentados biológicamente con todos los adultos de la relación», dicen.

Sin embargo, el Parlamento británico votó sí, sólo para parejas con problemas mitocondriales autorizadas por un consejo de médicos y bajo la condición de que toda persona mayor de 18 años tenga derecho a conocer la identidad de los donantes que intervinieron en el proceso de su fecundación. De sus tres padres. Para ser más exactos, de su padre y sus dos madres.

Pero ¿cómo se logra fusionar ADN de tres individuos diferentes? Sólo hay dos centros de investigación en el mundo que han obtenido éxitos relativamente fiables en el empeño. El equipo del doctor Masahito Tachibana, de la Universidad de Oregón, en Estados Unidos, ha criado a varios macacos nacidos de un macho y dos hembras. La técnica consiste en extraer el núcleo del óvulo de la madre con mitocondrias defectuosas y colocarlo en un óvulo de una donante a la que se ha vaciado precisamente el núcleo. Ese nuevo óvulo mixto es fecundado con esperma del padre. Permítanme que lo exprese de la forma más simple que se me ocurre: es como meter

la yema de un huevo en la clara de otro y esperar a que nazca el pollito.

La segunda alternativa es todavía más controvertida. Se ha experimentado con ella en la Universidad de Newcastle (Reino Unido). Consiste en fertilizar primero un embrión con material genético de una mujer y un hombre, y esperar a que se desarrolle levemente. Sólo entonces se extrae el fragmento genético defectuoso y se inserta en esa región vacía el ADN mitocondrial de una donante sana. En este caso, en la primera fase obtendríamos un embrión con unas características concretas, entre ellas la posibilidad de padecer una enfermedad mitocondrial, cuyo desarrollo es detenido para dar lugar a otro embrión diferente. No sólo se habría introducido la paternidad triple, sino que se habría logrado re-concebir un mismo embrión dos veces… ¡GUAU!

¿A quién se parecerá ese nuevo hijo? No crean que es una pregunta frívola. La verdad es que lo primero que nos preguntamos todos al ver a un recién nacido es, precisamente, eso: a quién se parece. Y en este caso la respuesta puede ser cuestión de vida o muerte porque lo que la técnica pretende es que las mitocondrias del bebé no se parezcan a las defectuosas de su madre, sino a las sanas de la mujer donante. Pero ¿recibirá algún otro rasgo de esa mujer?

Todavía no sabemos exactamente por qué nos parecemos a nuestros padres. Sí, tenemos una idea mas o menos precisa de lo que ocurre con los genes de uno y otro progenitor, y desde tiempos de Mendel nos suena eso de la herencia genética. Pero a medida que la ciencia conoce más del material del que están hechos los genes, la complejidad del proceso hereditario se agranda. Ni se imaginan cuánto.

¿Qué es lo que nos convierte en lo que somos, genéticamente hablando? La respuesta rápida es sencilla: la familia. Pero una respuesta algo más meditada exige un poco de matiz. Hemos comenzado por el hecho, hasta ahora el más habitual, de que todo ser humano tiene dos padres. Y eso implica que generalmente, salvo extrañas consanguineidades, tiene cuatro abuelos. Mi madre porta genes de mis dos abuelos maternos y mi padre de mis dos abuelos paternos. De manera que mi ADN es una recombinación de cuatro personas distintas. ¿Pero qué parte de esos genes me ha llegado a

mí? Es decir, ¿a qué abuelo me parezco más?

El material genético humano se organiza en 46 cromosomas unidos en 23 parejas. De la pareja número uno a la 22 se llaman autosomas. La 23 es la pareja de cromosomas sexuales: XX si es niña, XY si es niño. A esta última la obviaremos, porque es evidente que las X proceden siempre de la madre y a ella se las legó a su vez su madre mientras que las Y siguen siempre la línea paterna.

Recibimos exactamente la mitad de nuestro genoma de nuestra madre y la otra mitad de nuestro padre. Es decir, 22 autosomas de cada lado.

La cosa se complica al viajar hacia atrás en el tiempo. Si recibimos 22 autosomas de la madre, ¿quiere decir que 11 de ellos son de mi abuela materna y 11 de mi abuelo materno? Por desgracia, la naturaleza no es tan sencilla. Mientras la herencia de los padres siempre será al 50 por ciento (no puede ser de otro modo si cada uno aporta una mitad de cada pareja), la herencia de los abuelos sigue un camino controlado por el azar. De cada cromosoma que uno recibe de su padre, existe el 50 por ciento de posibilidades de que proceda de la abuela y el 50 por ciento de que lo haga del abuelo. Igual que tirar una moneda al aire. Matemáticamente, sólo hay una entre cuatro millones de posibilidades de que todos los cromosomas que lega el padre procedan de uno solo de sus progenitores (el abuelo o la abuela). Eso quiere decir que matemáticamente no es imposible que un individuo se parezca mucho más a su abuelo que a sus padres.

Pero durante la división celular que conduce a la producción de espermatozoides y óvulos, los genes legados por los padres se recombinan. Los cromosomas de uno y otro intercambian material y literalmente se convierten en híbridos. Casi podemos estar seguros de que todos nuestros cromosomas albergan contribuciones de nuestros cuatro abuelos. Es muy difícil saber la composición exacta de la herencia. Difícil, pero no imposible.

Imaginemos que podemos conocer con exactitud que el 22 por ciento del genoma de nuestro hijo procede de nuestra madre y el 28 por ciento de nuestro padre. Y que podemos determinar también que porcentaje procede de los padres de nuestra pareja. De ese modo se podría fijar el grado de cercanía genética del pequeño con todos sus primos y tíos. Las nuevas tecnologías de análisis genético

permiten hacerlo a partir de una pequeña muestra de saliva. Podemos reunir a nuestra familia (pareja, hijos, abuelos, primos) y pedirles que depositen parte de las células de su boca en una torunda de algodón. Luego podemos enviar las muestras a una de las muchas empresas que se encargan ya de hacer análisis genéticos, aunque nos costaría algo más de 500 euros por barba. Al cabo de pocos meses tendríamos el árbol genealógico exacto de todos los genes, la fotografía real de a quién nos parecemos más dentro de nuestro clan. Quizás sea un divertimento sólo para obsesos de la genética. O quizás no.

Imaginemos que la abuela materna sufre una enfermedad genética. ¿No sería útil saber cuántos de los hijos y nietos la comparten?

Hace sólo 10 años esta posibilidad sonaba a ciencia ficción. Y dentro de 10 años los lectores de este libro se reirán de la fascinación que hoy mostramos por los análisis genéticos. Porque las tecnologías actuales permiten realizar cotejos sencillos con cerca de un millón de variaciones genéticas, que parecen muchas pero son una minucia comparadas con los 3.000 millones de pares de bases que tiene el genoma humano. Es cierto que los análisis más comunes utilizan las variaciones genéticas más significativas y que se sabe que están mas extendidas en la población, pero aún hay una infinidad de rasgos particulares que se nos escapan. Por eso, el dibujo de a quién nos parecemos más sólo puede realizarse en trazo gordo.

Entre otras cosas porque la herencia sigue manteniendo algunos extraños misterios sin resolver. Y la respuesta a algunos de ellos no está ni en nuestros padres ni en nuestros abuelos. Está en el ambiente.

Porque la ciencia empieza a descubrir hasta qué punto ciertos rasgos físicos y psicológicos del ser humano no se heredan a través de los genes. Estudios realizados con gemelos idénticos (que, en teoría, comparten la misma herencia genética) en la Universidad de Toronto han demostrado que un análisis de sangre puede determinar si uno de los gemelos es más propenso al riesgo que otro. Una gota de sangre contiene nuestra tendencia a buscar adrenalina haciendo deporte extremo o apostando en un casino. Y no depende de los genes heredados.

En la Universidad McGill de Montreal han descubierto que los ratones que son lamidos y cuidados por sus madres generan a lo largo de sus vidas más cantidad de una proteína llamada GR que actúa como tranquilizante. Aunque todos los ratones hayan nacido clonados con los mismos genes, los mejor tratados tienen más cantidad de esa proteína en sangre. Hay que recordar que, precisamente, una de las funciones principales de los genes es fabricar proteínas. Así que el mismo gen actúa de manera diferente en distintos entornos. De alguna manera, el modo en el que nos tratan podría modificar a quién nos parecemos a lo largo de la vida.

Más sorprendente aún: Valentina Bollad, de la Universidad de Milán, comparó muestras de sangre de unos 200 empleados de plantas químicas y descubrió que aquellos que tenían turnos de ocho horas alternas presentaban un patrón genético diferente de los que llevaban un horario fijo.

Parece evidente que nuestras experiencias vitales dejan trazas en el genoma y sólo ahora la ciencia está comenzando a identificar esas trazas.

Por ejemplo, quienes han sufrido una experiencia traumática y padecen de estrés presentan alteraciones muy características en la expresión de ciertos genes. Elisabeth Binder, del Instituto Max Planck de Psiquiatría, analizó el perfil genético de más de 2.000 voluntarios y detectó que las hormonas glucocorticoides se expresan mejor en aquellos que han sufrido un pasado convulso.

De algún modo, una gota de sangre es como el diario en el que se describen los acontecimientos de toda nuestra vida. Incluso de la vida de nuestros padres y la de nuestros abuelos.

Una de las investigaciones más sorprendentes a las que jamás me he enfrentado está relacionada con este apasionante terreno de la epigenética (que es la disciplina que estudia precisamente estas variables no genéticas que intervienen en nuestro desarrollo) y cuenta con todos los ingredientes de un buen guión cinematográfico. Su protagonista es Yael Danieli, psicóloga que lleva años estudiando las mentes de hijos y nietos de supervivientes del Holocausto.

Yael está trabajando en el desarrollo de una macroencuesta sobre la «adaptación familiar al trauma». Elige a personas cuyos padres o abuelos fueron víctimas de la barbarie nazi y

sobrevivieron. Les pregunta todo tipo de cosas sobre su vida, su educación, su fortuna y, sobre todo, sobre cómo han vivido ellos la experiencia del Holocausto. «Será la primera medida científica de cómo una experiencia de nuestros antepasados puede afectarnos a nosotros», dice la autora con entusiasmo. De momento, Yael ha encontrado que algunos niños cuyos abuelos vivieron el horror del exterminio tienen hoy pesadillas similares a las de las propias víctimas. ¿Quiere eso decir que el trauma ha depositado algún rastro en los genes de la familia? ¿Nos parecemos a nuestros abuelos no sólo en la cara y el modo de andar, sino también en sus padecimientos y sueños?

Este tipo de estudios sobre terceras generaciones es muy reciente y los datos no pueden ser aún concluyentes. Pero algunos investigadores han encontrado casos individuales que sugieren que los hijos y nietos de supervivientes de una experiencia traumática pueden desarrollar síntomas similares a la ansiedad y la depresión que sufrieron sus antecesores. Lo llaman «traumatización terciaria» y su existencia aún es objeto de controversia científica. Pero no deja de ser apasionante pensar que quizás haya algo más que moléculas en la línea de parecidos que nos une a nuestros abuelos.

En el Mount Sinai Medical Center de Florida, una psicóloga clínica llamada Rachel Yehuda busca las trazas genéticas que dejan los traumas de nuestros abuelos en nuestro ADN. Ella ha recogido casos de individuos de tercera generación nacidos en una familia de antiguas víctimas judías que experimentan desórdenes alimentarios. Pero su trabajo más espectacular se refiere a los supervivientes de los atentados de las Torres Gemelas, el 11 de septiembre de 2001. Para millones de neoyorkinos, aquella mañana constituyó la peor pesadilla de sus vidas. Inmediatamente después de los ataques al World Trade Center los psicólogos predijeron una oleada de afectados por síndrome de estrés postraumático (SEPT) por todo el país… y así fue. Meses después de los atentados se recibieron 530.000 peticiones de tratamiento por ese mal, sólo en la Gran Manzana. Entre los ciudadanos que vivieron en primera persona los acontecimientos, estaban cerca del edificio o incluso fueron heridos, había 1.700 mujeres embarazadas. Algunas de ellas desarrollaron los síntomas propios del SEPT. Rachel Yehuda ha entrevistado a 38 de esas mujeres, ha tomado muestras de su saliva y medido los

niveles de cortisol en su sangre. Gracias a esto, ha descubierto que las mujeres que desarrollaron los síntomas del shock tienen menos cortisol en la sangre que las que vivieron los atentados pero no padecieron SEPT. Pero lo más sorprendente es que, un año después de la catástrofe, los hijos de esas mujeres también tenían niveles más bajos de cortisol. Para más datos, el cortisol es especialmente bajo en los críos cuyas madres se encontraban en el tercer trimestre de embarazo el día de los hechos. ¿Cómo se transmiten los sucesos traumáticos que vive una mujer a la fisiología de su futuro hijo? Rachel y su equipo han identificado 16 genes que se expresan de manera diferente en los hijos de mujeres que padecieron SEPT y en los hijos de madres que no tuvieron síntomas. Muchos de esos genes están relacionados con la recepción de glucocorticoides. Si se confirman estas tesis, pronto podremos establecer que los hijos y los nietos portamos un ADN no solamente esculpido por el azar y la recombinación de genes, sino también por la experiencia vivida por nuestros padres y abuelos.

Pero, con ser un fenómeno misterioso, la traumatización terciaria no es nada comparado con uno de los fenómenos más intrigantes de la herencia genética: la telegonía. Desde tiempos de Aristóteles circula la idea de que un niño puede parecerse menos a su padre que a una anterior pareja de la madre. El escenario no deja de ser perturbador para cualquier progenitor de buena fe: contemplar que el retoño nacido de las entrañas de tu pareja se parece a un antiguo novio de ella. El asunto fue estudiado por filósofos y científicos de todos los siglos y temido por los genealogistas de las casas reales de todo el mundo. Que un heredero se parezca más a un antiguo marido de la reina puede ser causa de graves crisis de Estado. En 1820 el conde de Morton, noble inglés dedicado a la cría de animales exóticos, quiso domesticar una especie de cebra conocida como cauga y hoy extinguida. En varias ocasiones cruzó a este animal con una yegua para obtener híbridos con cierto parecido a la cebra. Pero cuando cruzó a la misma yegua con un semental de pura raza árabe, sorprendentemente las crías también conservaron rasgos del color y el pelaje del cauga. «El cauga, sin duda, ha afectado al carácter de la descendencia que posteriormente ha engendrado el caballo árabe», apostillaba nada menos que Charles Darwin en un debate sobre el tema en la Royal

Society de Londres.

Pero el asunto de la telegonía (la impregnación de caracteres físicos en descendencias posteriores de la mujer) no había sido tomado muy en serio por la ciencia. Hasta que en octubre de 2014 una investigadora australiana, Angela Crean, dio con la prueba más inesperada. Se dedicó a cruzar machos de mosca de diferentes tamaños con hembras inmaduras y no fértiles. Evidentemente, de esos cruces no surgió descendencia alguna. Más tarde, con las hembras ya desarrolladas, Angela volvió a propiciar cruces, pero con machos diferentes. Aunque parezca mentira, las crías se parecían a los primeros machos más que a los segundos. De ellos habían adquirido rasgos como el tamaño. Los expertos creen que el esperma del primer macho fue absorbido por el organismo femenino, produciendo algún tipo de modificación molecular que afecta a la prole posterior.

Está claro que el mundo de los parecidos es increíble. Somos un cóctel de genes de nuestros abuelos, podemos parecernos más a ellos que a nuestros padres e incluso podemos parecernos a una pareja de nuestra madre que ni siquiera hemos conocido (al menos las moscas lo hacen). ¿Qué más queda por oír? Quizás lo siguiente: los rasgos genéticos no sólo se transmiten de madre a hijo, también pueden hacerlo de ¡hijo a madre!

Sabemos que las madres lo dan todo a sus hijos. Durante la gestación eso es aún más evidente. La respiración y el alimento necesario para que el bebé crezca proceden de la madre. Y el aporte de nutrientes y vida se produce a través de la placenta. Entre las cosas que la mujer da a su prole se encuentran algunas células. Llevamos un poco de nuestras madres dentro. Es lo que se llama microquimerismos (células de una persona en el organismo de otra). Algunas de esas células son especialmente generosas. Se ha descubierto, por ejemplo, que hombres adultos que han padecido un infarto reciben la ayuda de células de su madre, presentes en su cuerpo desde que eran fetos, que facilitan la reparación del tejido cardiaco dañado. ¡Las madres siempre al rescate! Los microquimerismos maternos están relacionados con la capacidad de recuperación en muchas enfermedades en la edad adulta. Pero, igual que ciertas células de las madres pasan la placenta y se integran en el paquete biológico del feto, otras células de la criatura

aún no nacida son cedidas al cuerpo de la madre. También hay microquimerismos fetales que afectan a la mujer.

En ocasiones se observan células que contienen el cromosoma Y (masculino) en la sangre de mujeres después de dar a luz un varón. Evidentemente, una mujer no puede presentar cromosomas Y en su ADN, esos rastros sólo pudieron proceder de la sangre del niño que concibieron. En cierta medida, las madres se parecen un poquito (aunque sólo sea a nivel molecular) a sus hijos.

Estudios muy recientes han sugerido que ese tipo de células migradas desde el hijo a la madre no sólo pueden hallarse en la sangre, también pueden estar en el cerebro. Y aquí cumplen una gloriosa función. Porque, al parecer, pueden proteger a las mujeres contra el Alzheimer. Cuando se realiza la autopsia de cerebros de mujeres que han muerto por este mal, se descubre que suelen tener menos células de este tipo cedidas por sus hijos que las mujeres muertas por otras causas. Es posible que los quimerismos fetales ayuden a evitar la demencia. Y quizás también protejan contra ciertos tumores. Es como si los hijos quisiéramos devolver a nuestras madres parte de todo lo maravilloso que nos han dado en su vida. Los microquimerismos son una especie de nexo de unión entre todos los miembros de una gran familia. Hay células que se pasan de un hermano gemelo a otro. Y células de un hermano mayor que han quedado en la sangre de la madre y se han pasado luego a un hermano posterior. Incluso hay evidencia de cierta competencia entre las células de la abuela y las de la madre cuando está embarazada. Los lazos familiares viajan también a tamaño microscópico por nuestras venas.

Sé que existe un grupo de científicos financiado por la National Science Foundation de Estados Unidos que quiere aprovechar esta realidad para una fascinante aplicación: modelar un rostro humano a partir de restos de su ADN. Imaginemos que en el escenario de un crimen la policía científica recoge muestras genéticas de un sospechoso. Esas muestras son llevadas a un laboratorio e introducidas en un tubo de ensayo conectado a un ordenador. Al rato aparece en la pantalla del ordenador no sólo el perfil genético del individuo en cuestión, sino un retrato robot de su rostro.

La propuesta de estos atrevidos bioingenieros se basa en la constatación de que la complejidad de nuestros rasgos

craneofaciales nace en la expresión precisa de ciertos genes en la fase embrionaria del desarrollo además de en la acción de ciertas hormonas y factores biomecánicos. Lo cuenta entusiasmado uno de los responsables de esta aventura, el doctor Mark D. Shriver. «Habitualmente utilizamos el ADN para identificar a un individuo por sus trazas genéticas. Pero podemos ir mucho más allá, podemos extraer rostros completos de él». Para ello basta con encontrar cuáles son los marcadores genéticos de la forma de la cara. Estos marcadores están relacionados con la deformación del cráneo y los músculos y huesos de la faz. Un gen afecta a los labios, otro a los arcos encima de los ojos, otro a la arquitectura de la frente. La investigación de estos hombres y mujeres está aún en pañales. Pero creen que no tardarán en encontrar un protocolo concreto que permita reconstruir un rostro a partir de una gota de sangre. Sería la herramienta más poderosa jamás inventada para luchar contra el crimen o para encontrar a personas desaparecidas. Todo ello gracias a que, afortunadamente, nos parecemos a nuestros abuelos.

9
LOS ASTRONAUTAS NO LLORAN

Así es la física de las lágrimas humanas

«Houston, tenemos un problema». En mayo de 2011, el astronauta Andrew J. Feustel, un geofísico de la NASA a bordo de la misión STS-134 hacia la Estación Espacial Internacional, tuvo la oportunidad de pronunciar la mítica frase que todos hemos escuchado una y otra vez en las películas. Estaba en medio de su paseo espacial programado para siete horas, flotando fuera de la nave y unido a ella por el cordón umbilical del brazo mecánico de sujeción y, sí, tuvo un problema. No era un problema mecánico, no percibió un descenso en los niveles de presión de su traje EVA (los utilizados para realizar actividades extra vehiculares) ni contempló fallo alguno en el sistema de comunicaciones. No se asustó porque viera venir hacia él un fragmento de basura espacial, ninguna fuga de oxígeno o gases en su casco de soporte vital… «Tenemos un problema, me pica a rabiar un ojo».

Que te pique un ojo en la Tierra puede ser una faena. Todos sabemos lo molesto que resulta que se introduzca una mota de polvo en el globo ocular, active nuestros sistemas de defensa a través de las mucosas y comience un doloroso lagrimeo difícil de detener. Si a 418 kilómetros de la superficie terrestre, orbitando a 27.000 kilómetros por hora, embutido en un traje espacial herméticamente cerrado y en medio de la que va a ser la penúltima misión en la historia de los transbordadores estadounidenses te pica un ojo…, te tienes que aguantar. Uno no puede detenerse («eh, chicos, ¡parad un momento!»), levantarse la visera del casco,

sostener uno de los guantes con los dientes y rascarse con fruición.

Lo que le ocurrió a Feustel fue todo un caso de mala pata. Los cascos de los astronautas están impregnados con unas sustancias que evitan que se empañen. Son líquidos que inhiben la condensación del vapor. Se emplean, por ejemplo, productos surfactantes que reducen la tensión superficial del agua de manera que se impide que se formen gotitas. También hay detergentes que cumplen una función similar o polímeros hidrófilos, que se pegan directamente a las moléculas de H_20. Son casi tan viejos como la exploración espacial misma. El primero en usarlos fue el astronauta Eugene A. Cernan en 1966 tras descubrir que en órbita la transpiración de la cara genera vaho en el vidrio del casco. La NASA inventó una solución química que evitaba el problema y, como tantas otras cosas, pronto llegó el producto a nuestras vidas cotidianas. Hoy se usan sustancias similares para limpiar gafas, pantallas o lentes de los microscopios.

Dentro del casco de Feustel algunas partículas de la solución antivaho se desprendieron y fueron a parar a uno de sus ojos. Fue como inyectarle una gota de jabón directamente en la cornea. «Sólo para vuestra información, compañeros —repitió el geofísico—, esto pica un montón y se me está llenando el ojo de agua».

No existen protocolos de emergencia para estos casos. Feustel tuvo que improvisar. Movió la cabeza dentro del casco y buscó algo sobre lo que apoyar el ojo. Los astronautas disponen de una especie de pinza esponjosa a la altura de la nariz para que puedan utilizar en caso de reajuste de la presión del cuerpo. Un objeto que les permite realizar la llamada Maniobra de Valsalva.

Seguro que a todos nos ha pasado alguna vez. Durante el aterrizaje del avión que nos conduce a un feliz destino los oídos empiezan a dolernos horriblemente. Sabemos que se debe a los cambios de presión del aire según ascendemos o descendemos. El aire que hay entre el exterior del oído y el tímpano debe encontrarse a la misma presión que el que hay entre el tímpano y el oído interno. Si nuestros oídos fueran un tubo como los de la boca de una trompeta, ambos compartimentos igualarían su presión espontáneamente. Pero en lugar de trompetas tenemos trompas de Eustaquio, un conducto que une el oído y la nariz, y que es muy poco permeable. Al aire de las dos zonas del oído le cuesta

comunicarse por culpa de la trompa de Eustaquio. Cuando hay diferencias de presión, una de las corrientes de aire presiona el tímpano y produce dolor.

En el siglo XVII no existían aviones, pero sí un sabio doctor llamado Antonio María Valsalva nacido en Ímola, Italia, muy interesado en la anatomía del oído humano. Él fue el descubridor de la trompa de Eustaquio y describió una maniobra para medir la flexibilidad de este órgano. El paciente tenía que taparse la nariz y la boca, y hacer el gesto de soplar un globo. Como el aire no puede salir por las vías buconasales, busca escapatoria a través del oído. La trompa de Eustaquio se abre y puede ser examinada con un instrumento de observación del otorrino. Valsalva estudió cientos de trompas de Eustaquio de esta guisa y, además, descubrió que en los casos de infección del oído, realizar esta operación servía para que el pus saliera por la oreja y se facilitara la curación.

Hoy se llama Maniobra de Valsalva a ese ejercicio que realizan a veces los médicos para ver mejor un oído de un paciente, los buceadores para evitar daños en el tímpano cuando bucean a gran profundidad y algunos pasajeros de los aviones que no pueden soportar el dolor.

Los astronautas deben hacerlo en caso de una despresurización de sus trajes. Para ello cuentan con esa pinza de gomaespuma a la altura de la nariz. Eso fue lo que salvó el ojo de Feustel: utilizó la pinza como improvisado rascador. Alivió su desasosiego de ese modo y, sin saberlo, contribuyó a un sorprendente descubrimiento: los astronautas no pueden llorar. El ojo de Feustel siguió velado por una burbuja de líquido que le impedía ver correctamente. En la Tierra, las lágrimas que tienen la función de limpiar el ojo se acumulan en el lagrimal, rebosan sus límites y caen por la mejilla atraídas por la gravedad. A eso llamamos llorar.

En el espacio, sin embargo, las lágrimas no caen.

Un astronauta puede padecer dolor, pena, miedo. Puede emocionarse o partirse de risa. Al fin y al cabo, no dejan de ser humanos. Todas esas sensaciones generan el mecanismo de respuesta de fabricar líquido en sus lagrimales, pero sus lágrimas en microgravedad no correrán nunca mejilla abajo. La humedad acumulada no tiene escapatoria. El ojo de Feustel se estaba llenando de lágrimas. Cuando su compañera de misión Allison Bollinger

acudió a verle quedó impactada: «Tenía una especie de esfera acuosa alrededor de todo el globo ocular».

La misión STS-134 de la NASA pasará a la historia por haber contribuido al mejor conocimiento científico de ese acto tan fieramente humano que es llorar. Realmente, las razones por las que llora el *Homo sapiens* no están claras, siguen siendo objeto de debate científico. Es evidente que las lágrimas tienen una función protectora para arrastrar cuerpos extraños que pueden dañar nuestros ojos. Pero ¿por qué también producimos lágrimas cuando estamos tristes, cuando nos duele un pie, cuando nos emociona un espectáculo, cuando reímos? Algunos fisiólogos han propuesto que la secreción de líquido sirve para liberar presión producida por el estrés emocional y expulsar toxinas del organismo. Por ejemplo, el bioquímico de la Universidad de Minnesota, William H. Frey II, descubrió que el llanto libera ciertas cantidades de hormona adrenocorticotropa asociada con el estrés. Los psicólogos opinan, por su parte, que lagrimear es un acto inconsciente que tiene que ver con el lenguaje no verbal, es un modo de mostrar a los congéneres del entorno que estamos emocionados o atemorizados por algo.

Lo que sí está claro es que el llanto tiene una función paliativa. Siempre alivia (bien sea un picor de ojo o un disgusto emocional severo). A menos que llores en el espacio. Porque llorar en microgravedad duele. La acumulación de lágrimas en la córnea produce, dicen, una extraña sensación de picazón. Es posible que los líquidos del ojo tiendan a flotar hacia el interior de la cabeza cuando no hay gravedad. De ese modo, el ojo del astronauta está permanentemente más seco de lo habitual y más irritado. Cuando por algún motivo físico o psicológico brotan las «lágrimas», el ojo duele.

Y ¿cuánto dura ese dolor? Afortunadamente para los aventureros del espacio, no mucho. Otro piloto de transbordador, Ron Parise, lo explicó en uno de sus mensajes desde el espacio. «Cuando la bola de lágrimas que se te acumula en el ojo es lo suficientemente grande, se desprende y comienza a flotar delante de ti. Puedes contemplar a tu alrededor pequeñas esferas compuestas por tus lágrimas y hacerlas estallar con el dedo». Parece romántico, ¿verdad? ¿Qué no habría pagado Bécquer por haber imaginado una escena como ésta?

La ciencia de las lágrimas resulta fascinante. Los físicos, por ejemplo, han encontrado una explicación mecánica a su forma tan peculiar: ni ovalada ni esférica, simplemente forma de lágrima. La lágrima es una acumulación de líquido. En el minúsculo espacio de un lagrimal ocurre algo similar a lo que pasa en la boca de un grifo mal cerrado. El agua se acumula y crea una gota cada vez más y más pesada. Eso hace que la masa de líquido se desprenda a velocidad muy lenta. Durante unos instantes, mientras el peso de la gota no es suficientemente grande, las moléculas de agua permanecen pegadas a las moléculas de humedad del grifo. La gota se estira y cuelga justo unos instantes antes de caer. La parte superior de la gota contiene menos agua, como cuando llenamos de líquido un globo. Una lágrima, o una gota de grifo es realmente un minúsculo globo de agua relleno de más agua.

Los físicos, que lo indagan todo, también han querido saber si la lluvia tiene la misma forma. Cuando somos pequeños, y no tan pequeños, solemos pintar las gotas de lluvia como grandes lágrimas. En realidad, según la ciencia, deberíamos pintarlas como un batallón de pequeñas hamburguesas. Según pudieron comprobar recientemente unos científicos de la NASA, cuando las gotas de lluvia se forman en la nube, la acumulación de agua genera una pequeña esfera. Durante los primeros segundos de su viaje hacia el suelo, mantienen ese aspecto, pero a medida que van cayendo la presión del aire achata su lado inferior y convierte a la gota en algo parecido a un pan de hamburguesa. Si la gota adquiere más peso (porque en su camino al suelo absorbe más humedad), el pan de hamburguesa se convertirá en una especie de paraguas que terminará fragmentándose en un grupo de gotas más pequeñas.

La diferencia entre gotas de lluvia y lágrimas puede parecer una simple curiosidad, pero es más importante de lo que se cree. Los meteorólogos estudian las formas de las gotas para conocer el estado de evolución de una tormenta. Es necesario saber exactamente cómo son las gotas que caen en una zona determinada porque su morfología puede definir si estamos ante el inicio o el final de un chaparrón o si se prevé una gran inundación.

Por si fuera poco, hoy sabemos que realmente no existe un solo tipo de lágrimas. Si las miramos al microscopio encontraremos tres modalidades que dependen del tipo de llanto que las genera. Y éste

es, probablemente, el resultado más sorprendente de todos cuantos la ciencia ha arrojado al complejo estudio de la «lacrimología». La fotógrafa Rose-Lynn Fisher quiso averiguar si las lágrimas de alegría son iguales que las producidas por un dolor físico o emocional. Durante cinco años de su vida recogió muestras de sus lagrimales cada vez que lloraba y las fotografió con un microscopio. Sorprendentemente, cada imagen era distinta. El modo en el que cristalizaban las gotas de sus emociones variaba cada vez. Vistas al microscopio, las lágrimas parecen una fotografía aérea de un campo cultivado, con centenares de formas cuadrangulares a modo de cercas. Con estas imágenes de Fisher, algunos expertos han determinado que existen tres tipos de lágrimas. Las lágrimas basales son las secreciones de líquido que periódicamente salen de nuestros ojos y que sirven para mantener el globo ocular hidratado. Las lágrimas reflejas se secretan cuando un agente extraño (una mota de polvo, un volátil de una cebolla…) nos ataca. Y las lágrimas emocionales son el resultado de un acontecimiento alegre o triste, de un espectáculo emotivo o de un dolor físico. Todas ellas están compuestas fundamentalmente de agua y sales que arrastran otros compuestos biológicos tales como anticuerpos, bacterias o enzimas. Las lágrimas emocionales tienen una composición diferente al resto. Por ejemplo, presentan menos cantidad de hormonas. Quizás algún día se invente un dispositivo que analice nuestras lágrimas y le cuente al mundo por qué estamos llorando.

10
MÍRAME A LOS OJOS Y CONTESTA

¿Por qué tengo el culo gordo?

A sus treinta años, el keniano Dennis Kimetto pesa 57 kilos y mide 1,66. Tiene una constitución física similar a la de otros grandes atletas de fondo: enjuto, escasa masa muscular, pequeña estatura… Como tantos otros dedica buena parte de su vida a entrenar fuera de los focos de los grandes medios de comunicación, vivió modestamente una infancia a medio camino entre el deporte y la supervivencia, y se emocionó cuando ganó la primera medalla. Como todos los miembros de su especie, el *Homo sapiens*, tiene el trasero en el centro del cuerpo. Más o menos. Puede que este último dato parezca irrelevante, pero no lo es. Un ser humano como Dennis puede realizar proezas tan sobrehumanas como correr una maratón en dos horas, dos minutos y cincuenta y siete segundos, estableciendo así el récord mundial de la categoría, entre otras cosas porque tiene las posaderas donde hay que tenerlas.

El culo humano no deja de tener su aquel. No hace falta ser Kim Kardashian o David Beckham para alardear de él. Todos los hombres y mujeres del planeta deberíamos estar orgullosos de nuestras posaderas porque son uno de los mejores regalos que nos ha dejado la evolución. Piénselo por un segundo: por muy a disgusto que esté con el tamaño, tersura y dureza de sus nalgas, ¿las cambiaría por las de un mandril, un bonobo o un chimpancé? Entre nuestros hermanos primates muchos tienen posaderas coloreadas, libres de vello, que llaman poderosamente la atención. En virtud de su rango y disposición para el apareamiento, pueden llegar a ser

escandalosas. Pero siempre carecen de la carnosa protuberancia sobre la que nos sentamos hombres y mujeres. Sus culos, más bien, son una continuidad del pellejo y los huesos de la espalda.

Curiosamente, la cualidad mas simiesca del trasero (la cobertura de piel sin músculo dentro) parece haber dado origen a la propia palabra culo. Según los mas reputados expertos en etimología, *culo* procede de la voz indoeuropea «keu», que significaba «envoltorio o cobertura». Se trata de la misma raíz que originó el término «cutis» (la piel que envuelve el rostro). ¿Qué misterios envolverá, entonces, la piel del «culo»?

El trasero humano es especial por dos motivos: por su tamaño y por estar en la mitad del cuerpo. Esto último no es más que una consecuencia de caminar erguidos. Desplazamos el centro de gravedad del esqueleto y el complejo genito-urinario (ano, vagina, testículos) quedó expuesto en mitad de nuestra fisonomía. Da igual que lo llamemos «partes bajas» en español o «bottom» en inglés. El culo está en medio del cuerpo. Eso lo convierte en una parte de la anatomía excepcionalmente visible. Y en todo un reto para la ingeniería. Construir un robot con forma humana capaz de sostenerse sobre dos piernas y caminar sin caerse no es cosa fácil. ¿Cómo lo logró la naturaleza con nosotros?

La bipedestación tuvo lugar, entre otras cosas, gracias a un sustancial cambio en la morfología de la cadera humana. Si comparamos la pelvis de un chimpancé actual, de un australopiteco y de un ser humano observaremos dónde reside ese cambio. Los monos de hoy en día presentan una estructura pélvica considerablemente más alargada, que los paleoantropólogos conocen como «cadera en tensión». Su arquitectura esta diseñada al servicio de la locomoción cuadrúpeda, que permite soportar el peso en un punto medio para que el individuo se apoye sobre cuatro puntos (los dos pies y el conjunto de nudillos de ambas manos). Al iniciarse la bipedestación, la pelvis hubo de modificarse para soportar todo el peso del cuerpo y repartirlo entre los dos elementos de sustentación que son las piernas. En los precursores australopitecinos, la cadera se ensancha, se hace más redondeada y achaparrada. Es lo que los expertos llaman pelvis «en presión». Esta disposición de la pelvis culminó en la cadera humana aún más ancha y redondeada. Su forma es la mejor adaptada a una doble

función fieramente humana: caminar sobre dos piernas y, en el caso de las hembras, parir. Y de ella nace un entramado de músculos que confieren la gloriosa redondez al trasero.

Pero la modificación tuvo consecuencias en otras muchas funciones vitales. La primera de ellas es que la vagina de las mujeres sufrió un desplazamiento evidente hacia la mitad frontal de la pelvis. Al contrario de lo que ocurre con el resto de las especies de mamífero (en las que los genitales femeninos se encuentran bajo el orificio anal y exigen un acoplamiento trasero por parte del macho), la especie humana es casi la única en la que se puede practicar el coito cara a cara. Ello permite mantener un contacto visual estrecho y que hombre y mujer puedan proferirse besos y caricias que, sin duda, han favorecido el desarrollo de lazos más profundos que los meramente reproductivos. En buena medida, el apego, el enamoramiento y el deseo de ahondar en los lazos generados mas allá del momento de la cópula nacen en los primeros tiempos de la humanidad, de ese modo exclusivo que tenemos los hombres y las mujeres de relacionarnos sexualmente.

Pero otro efecto de ese cambio morfológico humanizante es menos agradable. En los monos (del mismo modo que ocurría en nuestros primeros ancestros) la disposición de la cadera en tensión permitía que el parto de las crías fuera más cómodo. La estilizada pelvis favorecía un parto vertical gracias a que el canal del útero se encuentra en línea con el canal del parto. Las hembras de chimpancé paren a sus crías de cara, pueden ayudarse a sí mismas a la expulsión del feto y sufren menos a la hora de dar a luz.

La pelvis de la mujer no facilita las cosas. Su achatamiento para permitir la bipedestación obliga a que las crías realicen un tortuoso camino de salida hacia el canal de parto, girando la cabeza hasta lograr ver la luz, generalmente de espaldas a la cara de la madre. Lo primero que ésta ve de su hijo es la coronilla y, si intentara tirar de él para facilitar la expulsión, incurriría en un grave riesgo de dañarle las cervicales.

El parto humano es uno de los más dolorosos y complicados de la naturaleza. Y a nadie se le escapa que dicha complicación ha de terminar resultando en una carga emocional madre-hijo única en el planeta.

La naturaleza evolutiva de los seres humanos ha diseñado un

sutil truco para facilitar algo las cosas dentro de lo doloroso y difícil que les resulta parir a las *Homo sapiens*. El tamaño del cráneo de los chimpancés al nacer es aproximadamente un tercio del de los individuos adultos. Si los humanos hubiéramos mantenido esa proporción, ninguna mujer sería capaz de parir sin morir en el intento. Un cráneo de 500 centímetros cúbicos (el volumen del cerebro adulto del ser humano es de unos 1.500 centímetros cúbicos) no cabría ni por la más ancha cadera femenina. Para poder salir del vientre materno, los humanos tenemos que nacer con el cráneo menos desarrollado de todos los mamíferos. Es decir, las mujeres dan a luz a sus hijos antes de que el feto se desarrolle plenamente. Los bebés humanos nacen «a medio hacer». De otro modo, no podrían jamás ser expulsados del útero materno. El parto humano es siempre un parto prematuro, por lo que nuestras crías nacen con el mayor grado de dependencia entre los mamíferos, necesitadas de cuidados durante muchos años y en cuya crianza interviene toda la familia (no sólo la madre).

La energía que padres y madres ponen en el cuidado y protección de los pequeños es mayor que en ninguna otra especie. Tanto que la mujer es la única que sufre la menopausia temprana, para compensar el desgaste de la crianza humana a una avanzada edad.

De ese modo, el acto único de alzar la vista y ponerse a caminar sobre dos piernas esculpió el destino de los primeros homínidos que lo realizaron. Esculpió sus relaciones familiares, sus suplicios gestacionales, sus lazos paterno-filiales y, por supuesto, el emplazamiento y forma de sus culos.

Sobre el tamaño de las posaderas, sin embargo, hay explicaciones algo mas complejas. Hasta el punto de que los científicos no terminan de hallar una única teoría convincente. La acumulación de grasa en la parte trasera de la pelvis es un fenómeno exclusivamente humano y, en este caso, sobre todo femenino. La hormona responsable de que se forme tejido adiposo en el culo, los muslos o las caderas es el estrógeno. La testosterona (hormona masculina por excelencia) tiende a producir el efecto contrario, inhibe la acumulación de grasa en esas zonas. Por eso el cuerpo de las mujeres tiene por regla general más grasa que el de los hombres. Algunos biólogos evolutivos creen que esta diferencia

surgió para indicar visualmente el estado de salud y capacidad fértil de la mujer. Unas grandes posaderas, unas caderas anchas y unos muslos carnosos indicarían una gran producción de estrógenos y, por lo tanto, la idoneidad para procrear. La grasa acumulada en esas zonas sería, además, una reserva energética que favoreciera el éxito del embarazo y la posterior crianza. De ese modo, las mujeres con más grasa no sólo llamaban más la atención de los hombres, sino que tenían más éxito reproductivo y transmitían mejor sus genes a su descendencia. Es decir, perpetuaban una estirpe de mujeres con grandes posaderas. Pero lo cierto es que esa tesis no convence a todo el mundo. En primer lugar, se sabe que otros atributos que pretenden atraer a un congénere suelen funcionar como un disfraz: no sirven para otra cosa. La inversión energética y evolutiva requerida para generar las protuberancias corporales humanas es tal que parece sugerir la existencia de otra razón. La naturaleza no suele gastar tanto en rasgos que podrían ser suplidos por otros más baratos: por ejemplo, una diferente coloración de la piel en las zonas que quiere que llamen la atención. Además, aunque es evidente que unas nalgas redondeadas pueden suponer un señuelo, el exceso de grasa en esa zona parece generar el efecto contrario. La evolución tampoco habría optado por esa estrategia en la que la diferencia entre el éxito y el fracaso es tan sutil y subjetiva si no fuera con algún otro objetivo.

¿Por qué entonces, insisto, tenemos los humanos el culo tan grande? ¿Es que acaso esta pregunta va a ser la única en este libro sin respuesta? Una reciente tesis viene al rescate y aquí es donde entra de nuevo nuestro héroe maratoniano Dennis Kimetto: los seres humanos tenemos posaderas de corredor de fondo.

La idea la ha puesto sobre la mesa un curioso investigador de la Universidad de Utah, en Estados Unidos: Dennis Bramble. Ahora está retirado e ignoro si tendrá tiempo para practicar el *running*, pero cuando conocí su trabajo sobre la evolución de la anatomía humana era un activo defensor del arte de correr. Tanto que llegó a publicar en la prestigiosa revista *Nature* sus teorías bajo un provocador título: «El *Homo sapiens* nació para correr».

Hace dos millones de años, nuestros ancestros desarrollaron las cualidades anatómicas perfectas para correr largas distancias. Solemos creer que hombres y mujeres somos malos corredores

comparados con otros animales. Pero en realidad somos malos *sprinters*. Nuestra capacidad de desarrollar velocidad es paupérrima: un ser humano bien entrenado apenas alcanza un tercio de la aceleración de un guepardo, por ejemplo. Pero cuando se trata de mantener el trote durante un largo recorrido las cosas cambian. Un caballo que corra una maratón desarrolla velocidades de 6 metros por segundo, inferiores a las que alcanzó Kimetto para lograr su récord. ¿De verdad somos tan buenos los humanos en esto?

Debimos serlo para sobrevivir en nuestros primeros pasos por la sabana. Allí, nuestros ancestros debían competir con las hienas (grandes corredoras de fondo) por la carroña. El escenario pudo perfectamente ser como lo pinta Bramble: «Una pareja de *Homo sapiens* observa a lo lejos un festín de buitres. No es capaz de determinar con exactitud la distancia, pero sabe que bajo la barahúnda de aves carroñeras tiene que haber comida. Así que, sin pensárselo dos veces, echa a correr». Lo hace confiado en que llegará a los restos antes que las hienas. No en vano sabe que es uno de los mejores corredores de fondo de la sabana. O quizás, en otro episodio, una familia hambrienta se decide a perseguir a un animal hasta agotarlo para poder cazarlo. Aquellos antecesores de nuestra especie sabían que en primera instancia la presa iba a escapar por velocidad. Pero cualquier animal del entorno necesitaba descansar a cada corto trecho, era incapaz de mantener la carrera sostenida del ser humano. A cada parada para descansar, la capacidad de recuperación del animal se iba reduciendo hasta caer exhausto o quedar a tiro de lanza.

¿Por qué estaban tan seguros de su técnica nuestros «abuelos»? Ellos no lo sabían, pero su cuerpo era una máquina de correr maratones. Nosotros lo sabemos gracias a Dennis Bramble. El cuerpo humano presenta algunas peculiaridades interesantes: tenemos un tendón de Aquiles extensible que actúa como un muelle recogiendo la energía del impacto del pie en el suelo y devolviéndola a las piernas para ahorrar esfuerzo. Carecemos de pelo en buena parte de la piel, pero sudamos y eso permite mantener la temperatura de manera constante, sin desgastes inútiles en refrigeración o calefacción. Contamos con algunas de las articulaciones más poderosas y anchas del reino animal. Además

poseemos un aparato vestibular en el oído inusitadamente grande. En él se encuentran los líquidos que nos permiten mantener el equilibrio especialmente cuando corremos y nuestros dos puntos de contacto con tierra firme están en el aire. Y por último, sí, lo que todos estábamos esperando: poseemos un culo bien gordo. La culpa la tienen, sobre todo, dos grupos de músculos (el glúteo mayor y el glúteo menor) excepcionalmente desarrollados. Ellos nos ayudan a mantener el equilibrio sin esfuerzo recogiendo la energía del trote y compensando el balanceo de la carrera. Los monos, cuyas nalgas son escuálidas, apenas mantienen su carrera unos minutos sin desfallecer. Sin embargo, como ya hemos dicho, se sabe que el ser humano tiene mayor resistencia aeróbica en carrera que un caballo. Si pudiéramos equiparar nuestro trote al suyo (por potencia, peso y tamaño), nosotros resistiríamos más tiempo.

Así que parece evidente que nuestro destino como especie está íntimamente unido al crecimiento exagerado de dos partes muy concretas de nuestro organismo. Ambas empiezan por «C». De la primera estamos todos muy orgullosos. Cuanto más grande, mejor: el cerebro. De la otra «C», reconozcámoslo, en ocasiones nos avergonzamos… injustamente.

11
COMPRAR ES UNA LOCURA…

Por qué todos los consumidores somos víctimas torpes y neuróticas

Nadie podrá discutir que el cerebro humano es una máquina prodigiosa, y que con él hemos sido capaces de alcanzar grandes logros como especie. Pero tampoco es fácil rebatir que, a pesar de sus virtudes, nuestra materia gris no está diseñada para ir de compras. Cuando la evolución quiso que en el cráneo del *Homo sapiens* aflorara una sopa de neuronas de unos 1.200 centímetros cúbicos, no estaba previsto que, algunos millones de años después, esa herramienta fuera a ser usada para recorrer los pasillos de un centro comercial, entrar en un supermercado o asaltar una tienda de ropa de marca. Ni siquiera para leer el menú de un restaurante y elegir un plato. En todas esas acciones, contamos con una clara desventaja: nadie avisó al cerebro de que debería hacerlas. Por eso a la hora de comprar somos más presas que depredadores, sobre todo si tenemos que afrontar números y cálculos (que no otra cosa son los precios y las ofertas).

Nuestro sistema cognitivo padece una serie de defectos de comprensión matemática de fábrica. No depende de las habilidades en ciencias de uno u otro individuo, de su preparación intelectual o de su astucia. Nos afectan a todos por igual porque están en la esencia misma de nuestra estructura cerebral.

Se da la circunstancia de que la evolución obró en nuestra mente todas las modificaciones necesarias para que fuéramos capaces de diferenciar entre millones de colores, entre sutiles matices de tono

en los sonidos o entre miles de olores diferentes. Pero se olvidó de enseñarnos a calcular precios con la misma precisión, así que, a la hora de llenar la cesta de la compra, somos verdaderos ineptos matemáticos (con perdón). El intelecto es muy torpe, por ejemplo si se trata de calcular órdenes de magnitud o de comparar porcentajes. Y quien lo sabe se aprovecha de ello.

Vayamos a un supermercado a comprar café y hagamos la prueba. Un establecimiento nos ofrece un descuento del 15 por ciento en el precio y otro nos ofrece un 15 por ciento más de producto por el precio original. ¿Qué oferta es mejor? ¿Acaso no son iguales? La mayoría de los consumidores creemos que da igual elegir una u otra oferta, que el beneficio para el comprador es el mismo. Y tomamos nuestra decisión según otros parámetros, como la cantidad de café que creemos que vamos a consumir o el dinero que llevamos en el bolsillo. Pero lo cierto es que, desde el punto de vista matemático, una de las dos ofertas es claramente más ventajosa para nosotros. Supongamos que el precio de un kilo de producto es de 6 euros. Si nos ofrecen un 15 por ciento de descuento, pagaremos 5,1 euros por un kilo. Si, por el contrario, nos dan un 15 por ciento más de producto, estaremos pagando 6 euros por 1,15 kilos, lo que da un precio de 5,21 euros por kilo. Es decir, pagamos menos si nos rebajan el precio que si nos dan más producto. Es al comerciante al que le interesa más la segunda opción.

En este caso contamos con cierta disculpa. No es fácil realizar cálculos porcentuales espontáneamente. Pero en otros, nuestra torpeza parece más imperdonable. Calcular el valor de un objeto es complicado. Generalmente, los compradores no tenemos información suficiente para hacerlo. Desconocemos el coste de la materia prima, la cantidad de mano de obra empleada para la producción, la demanda en el mercado… Siendo tan huérfanos de información, estamos obligados a decidir mediante otros parámetros. Los científicos del comportamiento humano llaman *anchoring* o efecto ancla a la influencia que ejercen algunas personas y situaciones en nuestra valoración de los precios. Como no sabemos decidir si un objeto es caro o barato por sí solo, comparamos con otros. Por ejemplo, con otros productos similares que hay en la misma tienda. O, ni siquiera eso, con cualquier otro

producto que se cruce en nuestro camino, sea o no parecido al que queremos comprar. No tenemos ni idea de lo que realmente vale una camisa, pero un par de perchas más allá hemos visto una chaqueta que cuesta 250 euros. Ese precio ha «anclado» nuestra atención y ahora los 50 euros de la camisa nos parecen poco dinero. El *anchoring* es terriblemente poderoso. Muchos centros comerciales sitúan los productos de lujo o las marcas más caras a la entrada del establecimiento para que esos precios anclen nuestra mirada. En las tiendas de lujo se suele mostrar en el escaparate una mercancía que está por encima de la media de precios y en un restaurante siempre aparecen en el menú platos mucho más caros para que generen, por comparación, sensación de que los que están por debajo de esa cantidad son realmente asequibles.

Como decidimos por comparación, siempre desechamos los extremos. En una lista de platos de un restaurante tendemos a obviar el más caro y el más barato. Uno nos parece inaccesible y el otro nos da mala espina. Aunque no lo creamos, lo hacemos constantemente y eso nos convierte en víctimas propiciatorias de la manipulación. Porque si el comerciante quiere dar salida a un producto (bien porque tenga que limpiar el stock o porque obtiene mayor margen con su venta) no tiene más que ponerle un precio que esté en el medio del de otros dos productos similares. Verá cómo se lo quitan de las manos los clientes.

Hay un número mágico que ejerce este efecto de ancla mejor que ninguno: el 9. Sobre todo cuando se trata del último decimal de un precio. La mayor parte de las ofertas terminan en 9 (5,99; 4,59…) El nueve es interpretado como parte de la misma decena que el 1. Así, cuando leemos «5,99» creemos leer «5 y pico», cuando realmente deberíamos leer «casi 6». Tan poderoso es el influjo del 9 que se ha convertido en todo un símbolo de las rebajas. De hecho, en temporadas de saldo los decimales se colorean con un color más llamativo de lo normal para reforzar este efecto.

Todas estas manipulaciones matemáticas son posibles, entre otras cosas, porque nuestro cerebro tiene un alto sentido de justicia. Estamos programados para detectar lo que es justo. Lo injusto nos huele mal. Pero no lo hace en un sentido figurado, sino casi literalmente. Experimentos con resonancia magnética han detectado que cuando creemos que nos están engañando con un precio se

activan áreas cerebrales de la ínsula, la zona que regula nuestra reacción a los malos olores, a las acciones que nos desagradan y al dolor, entre otras cosas. Esto «nos huele a chamusquina». ¿No tendrá la frase más sustento fisiológico de lo que creíamos?

Por el contrario, cuando experimentamos la sensación de estar justamente tratados, las áreas del cerebro que entran en funcionamiento son las relacionadas con el placer. Las mismas que se activan cuando comemos algo que nos gusta o recibimos una caricia. Este sorprendente hallazgo lo realizó en el año 2003 el fisiólogo de la Universidad de Princeton Alan G. Sanfey y fue luego replicado por otros experimentos similares que demostraron, además, que si nos vemos obligados por las circunstancias a aceptar una oferta injusta (supongamos que no tenemos más remedio que pedir el vino más caro) se activan otras áreas de la corteza prefrontal del cerebro relacionadas con el autocontrol. Y el autocontrol consume mucha energía, es caro, cansa, supone un uso excesivamente continuado de la fuerza de voluntad. Por eso, tendemos sistemáticamente a sentirnos más cómodos con las propuestas de precio intermedio que consideramos más justas.

Vale, de acuerdo. A la hora de ir de compras corremos un ligero (o no tan ligero) riesgo de que nos manipulen. Entre otras cosas, sabemos que vamos a pagar por el producto un precio mayor que su coste. Ésa es la esencia del comercio y todos lo aceptamos porque, confesémoslo, nos encanta consumir. Pero ¿por qué? Hay algunos científicos que opinan que la culpa la tienen los primeros seres humanos que poblaron el planeta. Se llama psicología evolutiva a la disciplina de estudio de nuestro comportamiento que propone que todas las claves de la conducta se prefijaron en la prehistoria del género *Homo*. Aquellos primeros *sapiens* tuvieron que aprender a sobrevivir y fijaron ciertos tipos de habilidades que han condicionado el desarrollo de la mente de todos sus descendientes, hasta nosotros. La disciplina es controvertida, no todos los psicólogos aceptan tal grado de influencia de los genes primigenios, pero suele utilizarse para explicar algunas conductas. Una de las actividades a las que más tiempo y energía dedicaban nuestros antecesores era a la competencia por conseguir pareja y reproducirse. El psicólogo evolutivo estadounidense Geoffrey Miller cree que esa competencia marcó nuestro ánimo para siempre y

aflora en los momentos en los que menos la esperamos. Hoy en día seguimos siendo primates en un mercado altamente competitivo, dice Miller. Aunque parezca algo deshumanizador, este experto y otros como él consideran que muchas de las cualidades humanas nacieron con el único fin de atraer al otro sexo, desde la música y el arte hasta el sentido del humor. Como si se tratara de un Freud del siglo XXI, Miller atribuye muchas acciones a la necesidad de ofrecernos, de vendernos, para lograr aparearnos. Hoy lo hacemos de forma inconsciente, pero está impreso en nuestros genes este mandamiento ancestral. Y para exponernos hay que señalizarse. Los evolucionistas utilizan el término «señalización costosa» para referirse al esfuerzo ímprobo que los seres vivos (y por supuesto entre ellos los humanos) realizamos para mandar a los otros información sobre nuestro estado. En este sentido, el equivalente a la cola del pavo real, la melena del león o el belfo del urogallo sería en los seres humanos la obsesión por los vestidos, los adornos y los complementos. ¿Será eso cierto?

Viadas Griskevicius, de la Universidad del Estado de Arizona, quiso comprobarlo mediante un curioso experimento. Reclutó a un grupo de voluntarios y los dividió entre aquellos que se encontraban en busca de pareja y los que no estaban disponibles. Luego indicó a todos que pensaran que les había tocado la lotería y decidieran en qué se gastarían el dinero. Los voluntarios libres dedicaron una parte mayor de su fortuna que los emparejados a la compra de lujo, joyería y ropa de marca. Ésa es la razón por la que el sector de hombres y mujeres entre 18 y 35 años es el más codiciado por las campañas de publicidad de las empresas: se considera que en él hay un mayor número de personas «en celo» (en términos de consumo, por supuesto).

Sí, parece que comprar es un acto salvaje, algo que ocurre desde lo más profundo de nuestras entrañas humanas, que tiene que ver con sentimientos primitivos heredados de nuestros ancestros. ¿Tanto como para que consideremos que la compra es una suerte de neurosis? Hay quien lo cree así. Devora Rogers es una experta en marketing que trabaja en Carolina del Norte estudiando desde hace años los procesos mentales que nos conducen a tomar una decisión, ya sea decir que sí a una propuesta de cita con un desconocido o firmar el contrato de compra de un coche nuevo. Ella lo explica con

claridad: «Si te has encontrado alguna vez sometido al estrés de tener que decidir qué ordenador te compras, si has llegado a agobiarte en la tienda nadando en un mar de dudas sobre si gastarte esa cantidad de dinero en un vestido, si te plantas delante de la estantería del supermercado y no te decides a comprar un tomate frito de marca comercial o de marca blanca, no eres un bicho raro. Eres un ser humano».

Todos nos volvemos increíblemente neuróticos cuando se trata de tomar decisiones que incluyen gastar dinero. sorprendentemente, nuestras dudas no tienen tanto que ver con cuestiones monetarias como nos creemos. Más bien es una cuestión del poder de la información. Necesitamos saber si estamos eligiendo bien e, inconscientemente, dilatamos la decisión con la esperanza de lograr ese nuevo dato que nos confirme que la decisión es la correcta. Cuando Devora Rogers comenzó a trabajar en el estudio del comportamiento de los consumidores, en 2008, el comprador medio utilizaba 5,4 fuentes de información antes de decidir cerrar la compra. Preguntaba al tendero, consultaba con un amigo o familiar, leía alguna guía o revista, veía un anuncio en la televisión… Hoy, utilizamos como media 12 fuentes de información antes de comprar un producto. Nos hemos vuelto neuróticos de las compras.

Internet, las redes sociales y la tecnología digital han puesto a nuestra disposición un abanico casi infinito de posibilidades de informarnos antes de consumir. Y, aunque pudiera parecer que tal cúmulo de datos nos paraliza, en realidad nuestro deseo de compra no se atenúa. Lo único que hemos introducido en nuestro comportamiento es una compulsiva necesidad de informarnos. Los expertos en marketing saben que hay productos de consumo rápido y otros que requieren una maduración larga de la decisión. Una bolsa de patatas o un jabón de manos pueden estar en la primera categoría. Un seguro de vida, un viaje a Roma o un plan de pensiones están en la segunda. Pero la investigación de Devora Rogers ha demostrado que en los dos casos los consumidores estamos dilatando la decisión cada vez más. Pedimos más información antes de actuar. Eso quizás nos esté haciendo compradores más inteligentes y a los vendedores les esté haciendo su trabajo cada vez más difícil.

Quizás, por primera vez, estemos convirtiendo el acto de

comprar en un comportamiento profundamente informado, meditado, sabio y dejemos de consumir sólo por instinto de identificación, como sugerían los psicólogos evolutivos.

12
FIERAMENTE HUMANOS

Por qué parecemos chimpancés, tenemos el mismo ADN que los chimpancés, compartimos abuelos con los chimpancés, pero no somos chimpancés

Era una tarde de agosto y Barcelona trataba de sestear algo difuminada por la cálida calima. Me había citado en el Zoo con Jordi Sabater Pi, el primatólogo que se hizo famoso por traer a España al gran gorila blanco Copito de Nieve cuando solo era un bebé simio, una rareza de peluche albino. La historia era bien conocida: Sabater Pi trabajaba de conservador del Centro de Experimentación Zoológica de Ikunde del Ayuntamiento de Barcelona cuando viajó a Guinea Ecuatorial en un proyecto de investigación. Allí, unos cazadores fang le ofrecieron por 15.000 pesetas una cría de gorila blanco que habían bautizado como Nfumi ngui tras arrebatársela a su madre en la selva de Nko. Sabater la acogió y el animal se convirtió en el ser mas visitado y admirado del Zoológico de Barcelona durante sus 39 años de vida.

Llegué antes que el descubridor al lugar de la cita, precisamente el área de primates de la instalación. Pude contemplar unos minutos a Copito de Nieve durmiendo a la sombra, ajeno a las miradas de los pocos visitantes que se atrevían a pasear en esas tórridas horas de la tarde. De repente, el gorila se levantó como impulsado por un extraño resorte y corrió hacia el cristal que le separaba del planeta. Parecía que lo hacía hacia mí, pero realmente miraba a mis

espaldas. Al final del callejón estaba la figura de Jordi, Copito había intuido su presencia y acudía a su encuentro como lo hubiera hecho un niño cuando su padre vuelve a casa después de la jornada laboral. Me pareció tan humano…

—Lo hace siempre —advirtió Sabater Pi—. Casi desde el primer día que le traje hace más de 30 años.

Pero aquel impulso instintivo de afecto al cuidador no fue más que el pie para una de las historias más emotivas que me ha contado científico alguno, la de la cercanía entre gorilas, chimpancés y seres humanos. Me la relató Jordi Sabater Pi mientras paseábamos por el Zoo.

—Estos animales se identifican increíblemente con nosotros. He realizado la prueba más de una vez. Cuando se expone a un chimpancé a un set de fotografías de diferentes especies animales, el simio puede terminar aprendiendo a colocarlas en orden. Pone a los leones con leones, los gatos con gatos, las jirafas con jirafas… y sus propias fotos las pone en el taco de los seres humanos. Se ven como nosotros.

Las similitudes físicas entre seres humanos y primates son más que evidentes. En el fondo estamos hechos de la misma carne y la misma sangre, de tejidos similares y, por supuesto, de una información genética casi idéntica. Muchos mamíferos (no sólo los simios) comparten con nuestra especie enfermedades, procesos de desarrollo, etapas vitales. El sexo, la menstruación, el embarazo, el parto, la alimentación, la defecación, la vejez, la muerte… no difieren mucho entre un perro, un bonobo y nosotros. Algunos órganos de animales como el chimpancé o el cerdo pueden funcionar en el cuerpo humano si los trasplantamos, usamos ratones de laboratorio para investigar nuevos fármacos porque reaccionan a ellos de manera equivalente a como lo haría nuestro organismo. La continuidad física entre animales superiores y seres humanos es incuestionable. No en vano, todos procedemos del mismo ancestro común en la noche de los tiempos.

¿Pero qué pasa con la mente? ¿En qué nos diferenciamos de ellos, si es que nos diferenciamos en algo? ¿Qué nos hace humanos? Se mire como se mire, parece evidente que existe una distancia tremenda entre nuestras mentes y las suyas. La capacidad cognitiva del *Homo sapiens* le ha permitido dominar el fuego, fabricar

herramientas, inventar la rueda, volar al espacio, jugar al mus… No nos consta que ningún ser vivo haya llegado tan lejos. La mente humana ha cambiado la faz de la Tierra mientras la del resto de los bichos vivos apenas les ha servido para mantener su supervivencia en el interior de bosques, desiertos, lagos, mares o manglares. Eso es lo que creemos desde nuestra posición privilegiada de seres humanos.

¿Será verdad?

Thomas Suddendorf es un profesor de Psicología de la Universidad de Queensland, en Australia, que mantiene una exasperantemente modesta argumentación. Para él, los seres humanos no somos tan especiales. Es autor de un provocador libro, titulado *The gap*, en el que vierte sus ideas al respecto. Y lo tiene muy claro. Sólo hace 30.000 años varias especies de homínidos bípedos e inteligentes compartieron la Tierra. El pequeño *Homo floresiensis* ocupaba sus días haciendo herramientas de piedra en la que hoy llamamos isla de Flores, en Indonesia. Al norte de la actual Siberia se defendían del frío con gran destreza los denisovanos habitantes de cuevas profundas. O al menos eso parece desprenderse de algunas recientes excavaciones paleontológicas en el Este de Europa que sugieren la presencia allí de una especie de *Homo* propia. Además, en Europa vivían los neandertales, con cerebros al menos tan grandes como el nuestro. Tres tipologías homínidas que vivieron en la misma época que los ancestros más recientes del ser humano modesto. Es decir, durante un periodo de varios miles de años al menos cuatro seres inteligentes (con el concepto de inteligencia que ahora nos arrogamos) habitaron el mundo. Todos ellos aprendieron a protegerse del frío y de los depredadores, a buscar alimento, a fabricar herramientas e incluso joyas. Se cuidaron sus enfermedades, se comunicaron y amaron, se invadieron y temieron. Quizás todas esas especies compartían con la nuestra rasgos que hoy consideramos exclusivamente humanos. Podemos creer que nuestra mente es excepcional en el mundo natural, pero, según Suddendorf, realmente lo único excepcional que tiene es que está sola, porque nuestros primos más cercanos, los que compartían inteligencia con nosotros, han desaparecido.

Este profesor nada antropocentrista ha identificado seis territorios en los que nuestra mente se desenvuelve a las mil

maravillas: el lenguaje, la capacidad de proyectar el futuro y recordar el pasado, la capacidad de empatizar con otros, la inteligencia, la cultura y la moral. Y ha descubierto que todos ellos cuentan con equivalente en alguna especie animal. Si bien ninguna los representa todos, como el hombre. ¿No es sorprendente que los chimpancés y gorilas puedan reconocerse en un espejo y los titís no? ¿No es cierto que las ballenas se comunican con cánticos? Suddendorf lo cuenta mejor que yo: «Si amplías un poco la mente, tendrás que reconocer que los loros hablan, las hormigas practican la agricultura, los cuervos fabrican herramientas y las abejas tienen una sociedad colaborativa con sus propias normas».

Aunque él no llega tan lejos. Es un reputado científico y no uno de esos amantes de sus mascotas que creen ver en ellas rasgos humanos. A este investigador le basta con apreciar dos capacidades que realmente son sólo humanas: la capacidad de imaginar diferentes escenarios más allá de lo que nuestros sentidos nos informan y la pulsión de unir nuestras mentes, mirándonos unos a otros en busca de información, tratando de comprender cómo se siente el otro, qué opina, qué puedo aprender de él. Estos dos requisitos han transformado trazos animales en rasgos humanos distintivos: la simple comunicación, el lenguaje; la memoria en planificación, la empatía en moral. Ni siquiera los grandes simios de hoy en día (nuestros primos más cercanos) gozan de este toque especial. Y probablemente sí lo hicieran el *Homo floresiensis,* el neandertal y el denisovano. Por eso ellos estaban más cerca de nosotros que los gorilas que les sobrevivieron.

Pero ¿dónde reside de verdad esa distinción? ¿En los genes? ¿En cuáles? ¿En cuántos?

Dentro del vasto árbol de la vida, los científicos nos han buscado un hueco exclusivo (bueno, a nosotros y a ellos mismos) llamado género *Homo.* Hoy somos los únicos habitantes vivos de ese nicho. Pero es un nicho rodeado muy de cerca por otras especies. De hecho, somos de la misma familia que los chimpancés y otros primates superiores. Si un extraterrestre ciego viajara a la Tierra y sólo se guiara por las muestras de ADN de los seres vivos del planeta, tendría dificultades para distinguir a un chimpancé de mi tía Luci. Compartimos el 99 por cien de los genes.

De manera que conocer exactamente qué somos, poder

identificar las peculiaridades exclusivas de nuestra especie y, por lo tanto, también nuestras virtudes y vulnerabilidades, consiste en mirar a ese uno por cien de diferencia genética. Una minucia…

Parece fácil, ¿verdad? Pero no lo es tanto.

Katie Pollard es una doctora de la Universidad de California en San Francisco que ha dedicado toda su carrera a husmear en ese uno por cien. Para ello utiliza potentísimos programas informáticos con complicados algoritmos que rastrean las regiones de ADN donde existen pares de bases distintos entre humanos y chimpancés. El ADN es un lenguaje formado por cuatro letras básicas que llamamos nucleótidos. Estas letras se unen en parejas formando interminables ristras de información para que trabajen las proteínas en su glorioso empeño de fabricar un ser vivo.

Entre el ser humano y el chimpancé, sólo uno de cada 100 pares de bases es distinto. Pero eso es un montón, porque nuestro ADN tiene cerca de 3.000 millones de pares de bases. Eso quiere decir que nos separan de los monos cerca de 15 millones de diferencias, de letras específicas que ellos no tienen. Katie Pollard quiere aprender a leer esas letras. Pero, a pesar de que tiene una vista aguda mejorada por sus gafas de miope (que, por cierto, dan cierta seriedad a su aspecto, que se compensa con las rastas de su melena castaña), Katie necesita para tal empeño la ayuda de las matemáticas.

Su trabajo consiste básicamente en meter en un ordenador la información de la que disponemos del ADN de seres humanos, chimpancés, gorilas y otros animales, y dejar que la máquina rastree estadísticamente las diferencias. De ese modo, se pueden identificar regiones del ADN que han evolucionado más deprisa en el ser humano, que se han separado del linaje común con nuestros primos del tipo Copito de Nieve. Como cabía esperar, la mayor parte de estas regiones díscolas tienen que ver con la formación del cerebro. Otro paquete de genes exclusivos es el que conformó nuestro aparato digestivo, algo que tampoco es de extrañar si nos fijamos en cuán distintas son la dieta humana y simia. Así que, básicamente, dejamos de ser monos por lo que pensamos y por lo que comemos… O quizás hubiera que decir que precisamente pensamos como pensamos porque un día empezamos a alimentarnos de manera distinta al resto de los primates. Eso lo veremos en el capítulo

titulado «A fuego lento. Por qué cocinar nos hace inteligentes».

Lo más sorprendente del trabajo de Pollard es que nos enfrenta a lo cerca que hemos estado de seguir siendo simios para siempre (si es que hemos dejado de serlo). Las pequeñas diferencias entre nuestro ADN y el de un chimpancé debieron surgir por azar. Algunas leves mutaciones en el ADN transmitido por el esperma o el óvulo de un individuo progenitor se fijaron en la información genética de las crías y éstas las pasaron a su descendencia a lo largo de milenios. Cuando este tipo de mutaciones se inserta en una estirpe, suele ser por simple casualidad. Es como si dos barcos iniciaran su singladura en paralelo, pero uno de ellos desviara la proa sólo una centésima de grado al Este. Poco a poco se irían separando y al cabo de unas cuantas docenas de millas quizás ya hubieran dejado de verse.

Sabemos que humanos y primates comenzaron a separarse como los dos barcos hace seis millones de años. Ambos pertenecen a una clase de vertebrados que llevaba 200 millones de años habitando el planeta (los mamíferos). Doscientos millones de años juntos para «divorciarnos» en el último suspiro.

Cuando un cambio se produce de manera tan repentina (6 millones entre 200 millones de años es un suspiro), es porque ese cambio debió de ser muy importante. Debió de significar una ventaja evolutiva espectacular. La naturaleza no se la juega con cambios inútiles. La verdadera revolución genética se produjo, sin embargo, de manera mucho más brusca que la que nos separó de los primates.

Hoy conocemos el genoma de otros primos aún más cercanos: los neandertales. El estudio del registro fósil y del ADN hallado en huesos de aquella especie demuestra que tuvimos un ancestro común hace sólo 600.000 años. El barco de la humanidad moderna realmente sólo lleva unos segundos separándose del resto de las especies. Somos unos recién llegados.

Los neandertales fueron nuestros primos más genéticamente cercanos, pero están muertos. Los parientes vivos más próximos que nos quedan son los chimpancés. Por eso son el mejor modelo para estudiar nuestra evolución. Sus genes y los nuestros son prácticamente iguales. Hasta el punto de que muchos científicos no son capaces de responder a esta pregunta: ¿Se «fabricó» un ser

humano poniendo algunos genes distintos a la receta del chimpancé o simplemente usando los mismos genes en un orden diferente? Puede que un mono y un hombre sean dos cócteles con los mismos ingredientes, sólo que uno agitado y el otro mezclado, como tanto le gusta a James Bond.

13
H. M. DONÓ SU CEREBRO A LA CIENCIA, PERO ÉL NO LO RECUERDA

Asuntos internos de la memoria humana

Hacía calor en Hartford, Connecticut, aquella mañana del 25 de agosto de 1953 en la que la vida de Henry Molaison, un joven de 27 años epiléptico y anónimo iba a cambiar para siempre. El doctor William Beecher Scoville había decidido intervenir en su epilepsia practicando una trepanación y extirpando parte del lóbulo temporal medio del cerebro. A mediados del siglo XX la neurocirugía tenía poco que ver con lo que hoy consideramos al uso. Sobre la mesa de operaciones el médico extendió su instrumental: una sierra de hoja simple comprada por menos de un dólar y atada a un berbiquí. Hoy usamos para hacer bricolaje doméstico herramientas más sofisticadas.

La operación consistía en incrustar la sierra en el cráneo unos centímetros por encima de la ceja del paciente y extraer una pieza de hueso del tamaño de un botón. Luego, con un escalpelo se procedía a abrir paso hacia las sienes entre las meninges. Había que retirar con cuidado la mezcla oscura de sangre y líquido cefalorraquídeo para poder ver con claridad el interior del cráneo. Cuando William Beecher Scoville acercó la lámpara de mano a la cabeza de Henry, pudo contemplar por primera vez el lóbulo temporal del paciente, una pegajosa masa pálida y llena de venas que estaba condenada a convertirse en el cerebro más famoso de la historia.

El médico no se lo pensó dos veces, utilizó un instrumento

curvado y frío para levantar la masa gris, como quien extrae un caracol de su concha. Reseccionó el tejido con la ayuda de un cauterizador eléctrico y una aspiradora de fluidos. ¿Por qué hacía aquello?

Beecher había practicado la operación con algunos enfermos seniles antes, nunca con un paciente sano. Pero había leído mucha literatura médica sobre el papel del hipocampo en la formación de la epilepsia. En 1953 no se sabía casi nada del hipocampo, aunque algunos médicos habían logrado reducir los síntomas epilépticos extirpando una parte del lóbulo temporal del cerebro de los pacientes. Beecher decidió ir más allá: en el caso de Henry era necesario extirpar el lóbulo completo, es decir, retirar los dos cuerpos de esta estructura que hay en las dos sienes. Procedió con un lado, giró la cabeza de Henry y continuó con el otro. Al acabar cada extracción depositó unas grapas metálicas incrustadas en el hueso para marcar claramente el área de cerebro que se había retirado.

Tras coser y vendar, se retiró a descansar, pero Henry ya no volvería a hacerlo: estaba a punto de convertirse en el paciente más estudiado en la historia de la neurociencia. En sus 83 años de vida no conoció casi otra cosa que permanentes visitas a expertos de todo el mundo. Ni siquiera después de muerto su cerebro descansó: fue donado a la ciencia y loncheado en 2.401 rebanadas diminutas para repartir en centros de investigación internacionales que hasta bien entrado el siglo XXI han seguido indagando en sus células. Son las lonchas del cerebro de H. M., como se catalogan en el laboratorio, y han dado algunas pistas fundamentales a los neurólogos sobre el funcionamiento de la memoria humana. Porque Henry Molaison no volvió a recordar. Desde que salió del hospital fue incapaz de retener ninguna información más de 20 segundos después de haberla aprendido. Tenía una viva memoria de cuanto le había ocurrido antes de ponerse en manos de Beecher, conocía bien sus orígenes y la historia de su familia y su país. Podía hablar, caminar, disfrutar de la música, hacer cálculos, leer. Pero si se le pedía que retuviera un nombre, un número de teléfono o un menú de un restaurante, se le olvidaba en medio minuto. Eso sí: de los síntomas de epilepsia no había ni rastro. El médico con su berbiquí casero había liberado al joven de la esclavitud de sus temblores,

pero le había condenado a vivir en un permanente estado de presente.

En vida, Henry colaboró con todos los científicos que quisieron saber algo de su caso, que se preguntaban qué le había pasado, qué parte de su cerebro se había desconectado. Con la tecnología de imagen de su época era difícil extraer conclusiones claras sobre hasta qué punto estaba afectada su estructura neuronal. Pero de muchas de esas investigación pre mórtem fueron aflorando nuevos e inesperados conocimientos sobre la memoria humana. En cierto modo, el cerebro de H. M. fue la piedra de Rosetta de la neurología que permitió conocer cómo recordamos los acontecimientos.

Nos descubrió, por ejemplo, que existen dos sistemas básicos de memoria. Uno permite recordar acontecimientos a muy corto plazo. Hoy lo llamamos memoria operativa y tiene una capacidad muy limitada, de apenas unos segundos. Es la que nos permite mantenernos activos, recordar que hemos dado un paso para dar otro y seguir caminando, recordar que acabamos de mirar por el retrovisor del coche y hemos visto que el carril está despejado para iniciar la maniobra. Esa memoria la tenía Henry intacta.

Pero existe otro mecanismo de recuerdo a más largo plazo que puede durar desde un minuto a toda la vida. Es la memoria con la que aprendemos, con la que recordamos nuestra infancia, la que nos dota de cultura, de sensación de pasado y, por lo tanto, de proyección de futuro. En resumidas cuentas, la memoria que nos hace humanos. A Henry esa maquinaria le dejó de funcionar tras la operación, con lo que, a todos los efectos, su tiempo se detuvo el 25 de agosto de 1953. Nada de lo que pasó en los 60 años posteriores de su vida llegó a recordarlo más allá de 20 segundos.

El estudio del cerebro de H. M. nos ha permitido saber hoy que el hipocampo juega un papel fundamental en el anclaje de los recuerdos. Los lóbulos temporales que le extirparon son una suerte de caja registradora que fija lo aprendido y experimentado para que pueda ser recuperado a largo plazo. Pero lo que más sorprendió a la ciencia fue descubrir en su caso que incluso la memoria a largo plazo responde a estructuras diferentes en virtud del tipo de recuerdo que se quiere fijar. Henry, con mucho esfuerzo, pudo aprender a desarrollar algunas tareas como cortar el césped. Tras infinidad de ensayos llegó a fijar en su memoria el modo de utilizar

la máquina, cómo limpiarla y rellenarla de combustible. Aunque olvidase sistemáticamente dónde la guardaba. La memoria a largo plazo, tal como hoy se sabe, se especializa en varias funciones: hay una memoria procedimental que nos permite recordar mecánicas concretas (conducir, reparar una bombilla, cortar el césped). H. M. tenía intacta esa memoria. Sin embargo, había perdido por completo la capacidad de usar otros dos tipos de memoria a largo plazo: una semántica (que nos recuerda las bases generales de cómo funciona el mundo, quiénes nos rodean, dónde vivimos…) y otra episódica (que nos conserva acontecimientos de nuestra biografía, por ejemplo, la viva imagen del primer beso romántico que dimos).

Pero ¿qué le pasó realmente a H. M.? ¿Podría pasarnos a cualquiera de nosotros? Mientras Henry vivió, la ciencia consideraba que el doctor que lo operó le había extirpado una gran parte del hipocampo y que es ahí donde reside la capacidad de almacenar memorias. Tras su muerte en 2008 llegó el momento de saber la verdad. Su cerebro, donado a la ciencia, pudo ser observado de cerca y entero, por primera vez. El honor de echar el primer vistazo le tocó al neurocientífico Jacopo Annese, del Brain Observatory de San Diego. Él y su equipo fueron los encargados de cortar 2.401 finas capas del órgano y escanearlas en tres dimensiones. Las imágenes en tres dimensiones revelaron una sorpresa más. En realidad el hipocampo de Henry no había desaparecido. Aún conservaba una gran porción de él.

De hecho, el hipocampo posterior permanecía intacto, justo el área que hoy conocemos que tiene más que ver con la memoria. Las causas de la desgracia de Henry vieron por fin la luz. Casi todas las conexiones del hipocampo con el córtex cerebral (que es el área encargada de recibir los estímulos e imágenes del exterior) pasan por una zona del lóbulo temporal llamada corteza entorrinal. Ése fue el trocito de cerebro que el doctor Beecher Scoville sajó. De manera que su hipocampo, aun estando intacto, quedó aislado del mundo. Se había cortado la carretera entre los estímulos externos (palabras, rostros, olores…) y el disco donde deben grabarse.

El hallazgo de Annese ha sido importantísimo para conocer mejor cómo funciona la memoria y, por supuesto, por qué la perdemos. La corteza entorrinal es una de las primeras estructuras que se ven afectadas en los enfermos de Alzheimer. De hecho, en

2010 un equipo de médicos descubrió que, si se estimula esta parte del cerebro con electrodos, los pacientes experimentan ciertas mejoras a la hora de recordar tareas como el camino que hay que seguir para llegar a una determinada dirección. Lo más sorprendente es que esta estimulación funciona mejor cuando se trata de recordar una información importante que cuando se quiere fijar un dato banal. Y ¿no es eso precisamente lo que necesitan los más de 30 millones de enfermos de Alzheimer que hay en el mundo: recordar los acontecimientos importantes de sus vidas? Es posible que el cerebro amnésico y solidario de Henry Molaison (H. M.) haya contribuido como ningún otro a una nueva estrategia terapéutica para mejorar la vida de estos pacientes. Aunque él hubiera sido incapaz de recordar esta gloriosa contribución 20 segundos después de haberla realizado.

Si algo tiene la memoria humana es que, probablemente, nunca dejará de ser una caja de sorpresas. Muchas personas han experimentado en su vida alguna vez un episodio de amnesia postraumática. Después de un accidente, un fuerte golpe en la cabeza o un shock se olvida todo lo que rodeó al suceso. El paciente se encuentra en la cama de un hospital, donde le explican que ha sufrido una caída con su moto. Pero no recuerda ni un solo instante del impacto. El traumatismo, la pérdida de consciencia y la falta de constantes vitales consiguiente parecen haber borrado la memoria posaccidente. Pero lo más sorprendente es que también en muchas ocasiones los pacientes de este tipo de casos olvidan parte de lo que ocurrió antes del accidente. Por ejemplo, no se recuerdan a sí mismos esa mañana cogiendo la moto para ir a trabajar.

Los relatos de estos accidentados han permitido a los científicos elaborar un modelo bastante afinado de cómo se graban los recuerdos. La memoria a largo plazo no se registra inmediatamente. Tiene que pasar un periodo de tiempo entre que experimentamos un suceso y éste queda guardado en nuestro cerebro. En ese periodo de tiempo es imprescindible que el famoso hipocampo funcione correctamente. Si un accidente, un trauma o incluso una gran borrachera dificultan su trabajo, el recuerdo no se fija. Es como si los recuerdos estuvieran un tiempo dando vueltas por el cerebro, esperando en la cola para poder entrar en el hipocampo y quedar ya alojados en él para siempre.

Lo más curioso es que los neurólogos hoy han podido incluso determinar el «aspecto físico» de los recuerdos. Porque los recuerdos tienen forma, pesan, son sólidos… o algo parecido. La catarata de fenómenos neuroquímicos que desencadena el proceso de recordar deja su huella en el núcleo de las neuronas. Incluso modifica la expresión de ciertos genes. Cuando acudimos a la memoria y recuperamos una experiencia pasada, hay un racimo de sinapsis más o menos grande que se pone en funcionamiento para rescatar el recuerdo. No está localizado en un lugar concreto del cerebro. Pero está.

De hecho, para pasmo de los neurólogos, hace poco se descubrió que el cerebro «engorda» cuando aprendemos un idioma. Al menos eso parece desprenderse de la curiosa investigación de Johan Martensson, científico de la Universidad de Umea en Suecia. Se encargó de analizar mediante resonancia magnética el órgano pensante de 853 personas que estudiaban un idioma diferente al materno durante 3 meses. Después de ese periodo descubrió que los voluntarios que más fácilmente habían aprendido la nueva lengua presentaban un aumento del tamaño de ciertas zonas del hipocampo.

Entonces, si la memoria tiene un sustrato físico, si modifica un grupo concreto de células, ¿quiere decir que tiene un límite espacial? ¿Se llena nuestra mente de recuerdos como se llena la memoria de un ordenador? No lo sabemos. Por desgracia, ya he dicho que la ciencia de la memoria sigue siendo un campo minado de misterios aún no resueltos.

Quizás el último de los grandes misterios pueda parecer banal. No tiene las cotas de dramatismo de la amnesia eterna de H. M. ni la implicación vital de un episodio postraumático. Pero nos afecta a todos. Porque ¿quién no ha confundido alguna vez el nombre de sus hijos? ¿Es que no es habitual que llamemos al mayor con el nombre del pequeño o viceversa?

Si la memoria humana es tan potente, si nos jactamos de tener entre las orejas el cerebro más evolucionado del reino animal, ¿cómo es posible que se quiebre en él algo tan importante como la nomenclatura de nuestros seres más queridos? La profesora de la Universidad de Austin (Texas) Zenzi Griffin también se hizo esa pregunta, y halló una respuesta. Condujo una serie de encuestas a

334 personas que tenían uno o más hijos. Cada uno tuvo que relatar algunas similitudes físicas e intelectuales de sus hijos y la cantidad de veces que confundía sus nombres. Los resultados no pueden dejarnos indiferentes. La mayor parte de los entrevistados confundía los apelativos de sus hijos con frecuencia. Ciento veinte de ellos relataron que los cambiaban por el nombre de algún familiar y 20 llegaban a confundirlos con el nombre de la mascota de casa.

Los errores más comunes ocurrían entre nombres que empezaban por la misma letra (Jason y Jamie, por ejemplo). Griffin cree que este tipo de lapsus no tiene nada que ver con las relaciones que establecemos con nuestros seres queridos. No son, como en ocasiones se cree, errores freudianos que manifiestan alguna intención inconsciente. No deberíamos preocuparnos si nuestra pareja nos llama un día con el nombre de un novio o una novia anterior… Al menos eso dice este estudio.

En realidad, los fallos ocurren porque la memoria necesita recurrir a estrategias muy eficaces para ahorrar espacio. De algún modo tiende a procesar en el mismo lugar del cerebro palabras que pertenecen a la misma categoría o suenan igual. Del mismo modo que en el armario ponemos camisas con camisas y calcetines con calcetines, el cerebro organiza la información por «colores». Animales con animales, nombres que empiezan por «J» con nombres que empiezan con «J». Y, a veces, también, «personas a las que quiero mucho con personas a las que quiero mucho». Aunque una de esas «personas» pueda ser el perro. ¡Cosas de la memoria!

14
LOS AUTOBUSES SIEMPRE VIENEN DE TRES EN TRES

La magia que hay detrás de las coincidencias no es mágica

Solemos sorprendernos con las extrañas coincidencias que nos ocurren de cuando en cuando. Algunas, incluso, nos parecen milagrosas. Estamos parados en la cola de facturación de un aeropuerto a miles de kilómetros de casa y, delante de nosotros, aparece un amigo que hace años que no veíamos. Entramos a trabajar en una nueva oficina y en nuestro departamento otro compañero cumple años el mismo día que nosotros. Conocemos a quien está destinado a ser nuestra pareja y descubrimos que su carnet de identidad acaba con los mismos tres números que el nuestro…

¿Cómo ha podido ocurrir? ¡Qué casualidad! ¡Es increíble!

La sorpresa nos sobreviene porque no somos matemáticos. Si lo fuéramos, si nuestro cerebro hubiera sido educado durante años en el fascinante y frío método de observar la naturaleza a través de los números que la explican, sabríamos que, en realidad, lo extraño, increíble y milagroso sería que las coincidencias no se produjeran. Si usted ha pasado toda su vida sin experimentar uno de estos fenómenos casuales, acuda a que le vea un experto: es usted un bicho realmente raro.

En matemáticas existen dos áreas de trabajo que explican por qué se producen coincidencias: la ley de los números grandes y las leyes de la combinatoria. La primera es sencilla de expresar: dada la cantidad de oportunidades suficiente, debemos esperar que un

acontecimiento ocurra, no importa lo extraño que nos parezca. Si sentamos a un mono delante de una maquina de escribir y le dejamos teclear, nada impide que aleatoriamente en uno de sus aporreamientos escriba la secuencia de letras de la primera frase del *Quijote*. Si no es imposible, puede ocurrir. Bastaría con dejar al mono que lo intentara el suficiente número de veces. Lo malo es que quizás necesite más tiempo que el de su propia vida.

La extrañeza que nos producen las coincidencias se debe a que, a menudo, atribuimos muy pocas probabilidades de ocurrir a fenómenos que, en realidad, son mucho más probables de lo que parece. Se nos antoja increíble, casi imposible, que ocurran ciertas cosas que, desde el punto de vista matemático, son mucho más probables, incluso casi imperativas. Aquí es donde intervienen las leyes de la combinatoria, que, entre otras lindezas, nos advierten de que el número de combinaciones entre elementos que interactúan crece exponencialmente con el número de elementos de un grupo. En otras palabras. Cuantos mas miembros hay en un grupo, más factible es que a dos les pase lo mismo: es decir, que dos vecinos compartan cola en un aeropuerto lejano.

Existe un ejemplo clásico para entender hasta qué punto las coincidencias no son tan extrañas. Se llama la paradoja del cumpleaños.

¿Cuál es la probabilidad de que, en un grupo de personas aleatoriamente elegido, dos miembros compartan cumpleaños el mismo día? Como acabamos de aprender algo de combinatoria, sabemos que cuanto mayor sea el grupo, mayor es la probabilidad. Entonces, ¿qué tamaño ha de tener ese grupo para que sea mas probable una coincidencia que una no-coincidencia, es decir, para que la probabilidad de que dos personas compartan cumpleaños sea de más del 51 por cien? Mucho menor del que cabría pensar. Basta con que haya 23 personas en la sala. Si no hemos estudiado matemáticas, razonamos de la siguiente manera: hay solo una probabilidad entre 365 (los días del año) de que dos personas compartan su fecha de cumpleaños. Eso es cierto. Resulta realmente elevada.

Pero ¿y si estudiamos el problema desde otra perspectiva? Por ejemplo, preguntándonos qué probabilidad hay de que la otra persona cumpla años en un día distinto que el mío. Hay 364

oportunidades entre 365 fechas de que eso ocurra. En un grupo de personas, la probabilidad de que todas cumplan años en días diferentes es 364/365 multiplicado por el número de personas. El juego empieza a ponerse interesante. Cuando el número de personas es 23, el resultado de esa multiplicación es 0,94. Es decir, en el 94 por cien de los casos ocurrirá que nadie comparta cumpleaños conmigo. En un grupo sólo pueden pasar dos cosas: que nadie comparta el cumpleaños conmigo o que alguien lo comparta. La probabilidad de ambas cosas debe sumar 1 (si hay un cesto con manzanas y peras, la probabilidad de que saque una pera al azar es n y la de que saque una manzana 1-n).

De manera que si la probabilidad de que nadie comparta mi cumpleaños es 0,94, la de que alguien lo comparta es 1-0,94. Eso da 0,06…, una probabilidad muy pequeña. Pero no olvidemos que no estamos preguntando qué probabilidad hay de que alguien comparta fecha CONMIGO, sino de que cualquiera del grupo comparta fecha con otra persona aunque no sea yo. Aquí es donde las leyes de la combinatoria juegan a ser brujas. ¿Cuántas parejas de personas posibles hay en un grupo? Ése es el número interesante. Si en el grupo hay sólo una pareja, la probabilidad de que compartan fecha es ridícula (0,06). Pero si hay dos parejas la probabilidad aumenta. Yo puedo compartir fecha con Juan, o con Luis o con Marta, pero además Marta puede hacerlo con Juan y Luis, Luis con Marta y Juan, Juan y Luis entre sí, etc.

En un grupo de 23 personas hay 253 posibles combinaciones. En ese caso, la probabilidad de que todos los miembros cumplan años en fechas distintas es de 0,49. Es decir, que la probabilidad de que alguno comparta fecha con otro es de 0,51. Ocurrirá el 51 por cien de las veces. Más veces que lo contrario.

Ahora, la paradoja del cumpleaños nos parece menos paradójica. Las coincidencias ocurren porque en determinados escenarios están diseñadas matemáticamente para ocurrir antes que para no ocurrir. ¿Nos parece imposible que toquen dos veces los mismos números de la lotería en dos semanas consecutivas? Pero puede ocurrir. El 6 de septiembre de 2006 la bonoloto búlgara agració a la combinación 4, 15, 23, 35, y 42. Cuatro días después tocaron los mismos números. La sorpresa fue morrocotuda. Los medios de comunicación del país entraron en shock, nunca antes en los 52 años de historia de la

lotería búlgara había ocurrido algo similar. Tal fue la consternación que el ministro de Deportes (autoridad en juegos de azar del país) ordenó una investigación para comprobar si se había producido algún tipo de fraude. Está claro que no sabía de matemáticas. El problema de su lotería era igual que el de la paradoja del cumpleaños, pero a lo bestia. En un juego de azar que consiste en acertar seis números de 49 posibles, la probabilidad de que salga una combinación cualquiera es de una entre 13.983.816. Si hoy sale un set de números, la probabilidad de que mañana salga el mismo es idéntica: una entre 13.983.816. Pero ¿qué probabilidad hay de que entre 3 sets de números 2 sean iguales? Volvemos a la necesidad de hacer parejas posibles, como en el caso del cumpleaños. Cuando se ha jugado 4.404 veces, la probabilidad de que dos de esas veces salgan los mismos números es el 51 por cien. La lotería búlgara se juega 2 veces a la semana. En 43 años, se habría alcanzado el número de 4.404 partidas. A partir de esa fecha la probabilidad de repetición crece exponencialmente. La coincidencia nos parece bastante menos rara si la estudiamos así. Y es que sólo estamos teniendo en cuenta a la lotería búlgara. Si pensamos en los miles de sorteos que se celebran cada semana en el mundo, lo raro sería que nunca, en ninguno de ellos, se repitieran al menos una vez todos los números dos semanas consecutivas. De hecho, el caso búlgaro no es excepcional: la Lotería de Carolina del Norte repitió resultados el 9 y el 11 de julio de 2007. El ministro búlgaro podría haberse ahorrado una investigación. No es necesario cometer fraude para que estas coincidencias ocurran.

Todos estos casos nos enfrentan a las sorprendentes leyes de los grandes números, las ocultas interrelaciones entre las cifras cuando éstas son realmente gigantes. En la actualidad hay unos 7.200 millones de habitantes en el planeta. Casi todos dormimos al menos una vez cada 24 horas y cada que vez que dormimos soñamos una media de 3 veces aunque muchos de esos sueños no queden grabados en nuestra memoria. Eso nos da una cantidad verdaderamente grande de sueños que se están elaborando día tras días en las mentes de los terrícolas. Es verdaderamente improbable que ninguno de esos sueños coincida con algún acontecimiento que ocurra al día siguiente. La ley de los grandes números (las mismas normas de la combinatoria que aplicábamos a la paradoja del

cumpleaños) nos sugiere que constantemente se está cumpliendo algún sueño en algún lugar del planeta. Los sueños premonitorios no tienen nada de mágico, simplemente ocurren porque matemáticamente tienen que ocurrir.

En el caso de los sueños premonitorios, además, la extrañeza que nos producen genera un mayor recuerdo de ellos. No solemos recordar los sucesos que no coinciden (yo no me acuerdo de lo que soñé ayer). Pero si un día sueño que algo va a ocurrir y ocurre, no lo olvidaré jamás. Las coincidencias tienen un bello halo místico que las rodea. Hay gente experta en buscarlas y realizar con ellas toda suerte de teorías, algunas muy divertidas y realmente conspiranoicas.

Una de las más asombrosas es la historia de Abraham Lincoln y John Kennedy. Ambos presidentes tienen 7 letras en sus apellidos, fueron elegidos con 100 años de diferencia (1860, 1960). Los dos fueron asesinados un viernes en presencia de sus esposas. Lincoln murió en el teatro Ford, Kennedy en un coche de la marca Ford. Sus asesinos tenían ambos tres nombres, John Wilkes Booth y Lee Harvey Oswald, que sumaban 13 letras. Oswald disparó desde un almacén y huyó a esconderse en un teatro. Booth disparó en un teatro y huyó a esconderse a un almacén. A ambos les sucedieron antiguos senadores demócratas llamados Johnson que tenían 13 letras en sus nombres y nacieron con 100 años de diferencia: 1808, 1908. Sorprendente, ¿verdad?

Es evidente que el número de no-coincidencias en las vidas de ambos mandatarios es mucho mayor, pero si buscamos con interés en las vidas de personas prominentes, con actividades públicas y muy activas, tarde o temprano aparecerán las misteriosas y fascinantes coincidencias.

15
A FUEGO LENTO

Por qué cocinar nos hace inteligentes

Hace 1,8 millones de años algo le pasó a nuestro cerebro. Durante los primeros cuatro millones de evolución del género *Homo* apenas se produjo un leve incremento en el tamaño del cerebro con respecto del antecesor común que compartimos con los chimpancés.

Antes de la llegada de nuestros abuelos a África, las especies similares a la nuestra tenían sólo entre 350 y 400 centímetros cúbicos de masa cerebral. Hubo parántropos que sobrevivieron hasta hace un millón de años y convivieron con los primeros *Homo* que quizás llegaran a los 500 centímetros cúbicos. Pero no es que les creciera el órgano pensante de manera espectacular. Más bien en su caso lo que había ocurrido es que aumentó la medida general del cuerpo y, en consonancia con ello, la cabeza. De hecho, todas las especies animales suelen desarrollarse de manera similar: el tamaño de la testa depende del tamaño del resto del organismo.

Pero los humanos somos realmente cabezones y lo somos desde hace relativamente poco: 1,8 millones de años. Ya entonces la especie *Homo habilis* llegó a tener entre un 50 y un 60 por ciento más de volumen cerebral que sus antecesores los Australopithecus. Y, sin embargo, su cuerpo apenas había crecido. Un poco después, el *Homo ergaster* y el *Homo erectus* presentaron masas cerebrales el doble de grandes que las de *habilis*. Y las especies más recientes (neandertales y sapiens) tenemos tres veces más cabeza que el ancestro original.

Este boom de la cabeza ocurrió de manera relativamente rápida

y, además, irregular. No todas las partes del cerebro crecieron por igual. Algunas regiones se han quedado más o menos como estaban mientras el neocórtex es el responsable de la mayor parte del crecimiento en volumen.

Este cambio radical en la apariencia de nuestras azoteas coincide en el tiempo con la llegada de las tecnologías primitivas, las primeras herramientas rudimentarias de piedra. Así que podría parecer que es precisamente el aumento de la masa gris lo que favoreció el uso de herramientas. O, al contrario, la llegada de la tecnología ayudó a desarrollar nuestro cerebro. Pero en la naturaleza las cosas no son tan evidentes.

De hecho, basta reflexionar un poco para darse cuenta de que el verdadero despegue de la tecnología humana no llegó hasta el siglo XX y, salvo algunas excepciones desafortunadas, a ningún *Homo* le ha crecido más la cabeza desde hace 1,8 millones de años. Así que tecnología y cabezota no están muy relacionadas. Si uno tiene oportunidad de visitar un museo de paleontología podrá ver restos de tecnología prehistórica de lo más variado. Quizás encuentre una lasca de piedra con la que se extraía médula de los huesos de animales muertos y, al lado, un bifaz para descarnar presas. A simple vista las dos piedras son iguales. Quizás algo más depurada la segunda, con la punta mejor afilada. Sólo un experto será capaz de distinguir que ambas están realizadas con técnicas diferentes, siendo la segunda mucho más evolucionada. Entre los dos fragmentos, prácticamente indistinguibles, pudo haber una diferencia de miles de años. ¡Y hoy en menos de 18 meses un teléfono móvil ha quedado obsoleto y se parece a su versión nueva como un huevo a una castaña!

Está claro que el frenesí tecnológico lo hemos sufrido los humanos modernos y que nosotros tenemos un cerebro muy parecido al de los primeros *Homo sapiens.* Si la tecnología no fue la responsable, ¿qué provocó que se expandiera tanto lo que llevamos entre las orejas?

Hay algunos expertos que sostienen que la culpa fue de la comida.

Cualquier animal sobre la faz de la Tierra depende para sobrevivir de su balance energético. Funcionamos gracias a las calorías que obtenemos mediante la alimentación. Hoy en día las

cosas son algo distintas a lo que ocurría entre los primeros homínidos. Comemos mucho más de lo que gastamos con la actualidad diaria, así que, o quemamos calorías en el gimnasio, o empezamos a acumularlas en forma de indeseadas grasas. Pero en realidad el organismo humano está diseñado para comer más o menos lo que se va a gastar. Y el gasto no se realiza en maratones o sesiones de zumba, sino en el funcionamiento cotidiano del cuerpo: mover el corazón, activar el sistema digestivo, calentar el organismo, crecer, luchar contra las enfermedades, etc. Es el combustible del trabajo invisible de los miles de millones de células que nos habitan.

El mayor consumidor de calorías es el cerebro. Sólo él se lleva un 20 por cien de todo lo que comemos a pesar de que ocupa el dos por cien de nuestro tamaño. Da igual que lo utilicemos para contar gamusinos o para ganar premios Nobel…, seguirá requiriendo una quinta parte de nuestra factura energética. Y esto es así desde hace 1,8 millones de años. Algo bueno debe de tener.

En términos evolutivos, sólo puede justificarse una inversión así si es a cambio de una mejora sustancial de las probabilidades de supervivencia de la especie. Es evidente que en algún momento la naturaleza «decidió» que tener un cerebro grande era una buena idea para mantener a los *Homo* vivitos y coleando. Y de hecho la naturaleza acertó porque los humanos seguimos sobreviviendo.

Lo que supuso para nosotros tener un cerebrón parece evidente: nos dotó de inteligencia, capacidad de adaptación, lenguaje, proyección de futuro. Nos hizo poderosos. Pero de algún lado hubo que sacar la cantidad de energía que ese nuevo cerebro iba a necesitar. Comer es como organizar los presupuestos generales del Estado: alguien tiene que decidir qué ministerios se llevan más dinero y cuáles se quedan a dos velas. El superministerio del cuerpo humano es el cerebro…, ¿qué otros órganos cedieron parte de sus ganancias? Algunos científicos creen que el sacrificado fue el estómago. Empezó a crecernos el cerebro a la vez que se nos empequeñecían las tripas.

De hecho, se sabe que el *Homo erectus* inicia ese proceso de intercambio. En esa especie y en sus sucesoras se aprecia una disminución del tamaño de los dientes, la pelvis, la caja torácica y el abdomen. Algo que no ocurrió en su contemporáneo, el *Homo*

habilis. ¿Qué diferenciaba a estas especies? Pues, entre otras cosas, que la primera aprendió a controlar el fuego. Así que ya tenemos un triángulo completo: hace 1,8 millones de años el cerebro creció dramáticamente; lo hizo a costa de órganos que tienen que ver con el aparato digestivo y en esa época una especie aprendió a usar el fuego. ¿Tendrán algo que ver entre sí las tres circunstancias?

Hay un científico convencido de que sí. Se llama Richard Wrangham, trabaja en Harvard, y conmocionó hace algunos años a sus colegas primatólogos con una teoría realmente provocadora: el ser humano se hizo inteligente porque aprendió a cocinar.

Wrangham, que ahora ronda los 70 años, es experto en primatología y ha dedicado la mayor parte de su vida a estudiar a los chimpancés. En concreto es un especialista en nutrición: estudia la dieta de los simpáticos simios. Y lo primero que cuenta a todo el que quiere escucharle es que lo que comen los chimpancés es asqueroso. Lo dice con conocimiento de causa porque él mismo ha probado esos alimentos. La mayoría de las frutas, semillas y hojas que seleccionan los chimpancés en libertad para comer tienen un sabor repugnante al paladar humano. Muchos de ellos tienen compuestos que incluso serían tóxicos para nosotros. Ése es un signo incuestionable de que carecen de nutrientes útiles para el organismo humano. La naturaleza suele dotar de buen sabor a los nutrientes que necesita cada especie. El caso más significativo es el de las bayas del árbol *Warburgia ugandensis*. Tienen un compuesto picante que recuerda a la mostaza, pero es tan intenso que si un humano ingiere una, estará varias horas evitando meterse nada más en la boca. Los chimpancés, sin embargo, las adoran. Pasan buena parte del día buscándolas para atiborrarse y, cuando han acabado, vuelven a por más.

Otras recetas propias de la dieta simiesca contienen sustancias químicas que generan gran astringencia en los humanos: sequedad de boca, sensación de amargor y acartonamiento del paladar. La astringencia está provocada por la presencia de taninos que se unen a algunas proteínas de la boca y la saliva. Al unirse a ellas, las desplaza y la saliva deja de ser lubricante. La sensación es similar a la que tenemos cuando mordemos un trapo o una servilleta. Hay frutos como la *Pseudospondias macrocarpa* que son riquísimos en taninos. Un par de mordiscos nos dejaría lengua de trapo para

varios minutos. Pero un chimpancé macho puede comerse de un tirón hasta dos kilos de este alimento y masticarlo sin parar durante horas.

Parece mentira que, siendo tan parecidos en otras cosas, los grandes simios y los humanos nos comportemos de manera tan diferente ante el plato. Wrangham dice saber por qué: «Somos la única especie sobre la Tierra que ha evolucionado para comer alimentos cocinados».

A pesar de que se han puesto de moda algunas propuestas de nutrición friki basadas en la dieta crudívora (comer sólo alimentos crudos), lo cierto es que un ser humano no podría sobrevivir sin cocinar. Moriremos de hambre si llenamos el estómago sólo de alimentos crudos durante mucho tiempo. Incluso aunque encontremos fuentes de proteínas (carne, insectos…), si no las cocemos dejarán de nutrirnos en cuestión de meses. De hecho, los seguidores de la dieta crudívora (algunos urbanitas modernos la practican) suelen estar desnutridos y no pueden mantenerla mucho tiempo sin enfermar. La mitad de las mujeres que siguen esta dieta dejan de menstruar. Sí, adelgazan, que en el fondo es lo que pretenden, pero a costa de su salud.

Y es que el balance energético del organismo no depende de la cantidad de calorías que metemos por la boca, sino de las que el cuerpo es capaz de aprovechar. Sólo una pequeña fracción de las calorías consumidas a partir de productos crudos y proteínas se absorbe directamente a través del intestino delgado. El resto pasa al intestino grueso, donde es devorado por millones de bacterias. Y las bacterias se quedan con la energía para ellas mismas.

Pero la comida cocinada (cocida, pasada por el fuego, quemada…, no es necesario que se elabore una receta de Ferrán Adrià con ella) se digiere en buena medida antes de llegar al colon. Una misma cantidad de carne aporta un 30 por cien más de energía si está asada que si está cruda. Una patata cruda nos nutre sólo una tercera parte que una cocida. Y un huevo frito tiene 1,7 veces más proteínas que uno sin cocinar.

Wrangham ha descubierto que la manipulación de alimentos (pasarlos al fuego, tostarlos, cortarlos, desecarlos, ponerlos en salmuera, limpiarlos o condimentarlos) ahorra energía al proceso de digestión. Y esa energía puede ser utilizada por el cuerpo para otras

cosas. Por ejemplo, para hacer crecer el cerebro.

Asar la carne rompe las proteínas del colágeno de los músculos y por lo tanto hace que el producto sea más suave y fácil de masticar. Lo mismo ocurre con las paredes de los tallos y hojas de las plantas cuando se cuecen: se ablandan y sueltan con más facilidad sus nutrientes. Comer alimentos más blandos pudo ayudar a nuestros ancestros a tener que masticar menos y a deglutir con más facilidad. Como resultado, los dientes se hicieron más pequeños y las mandíbulas menos prominentes. La cantidad de espacio necesario para la cara se redujo en beneficio del espacio del cráneo y, por lo tanto, del cerebro.

En paralelo, al ahorrar energía de la digestión, buena parte de ese combustible sirvió para alimentar las neuronas (que ya hemos dicho que son auténticas glotonas). Y, como cierre de espectáculo, unas neuronas mejor alimentadas generaron un cerebro más inteligente. Así que cocinar nos hizo sabios. Hay que tener en cuenta que los gorilas dedican entre cuatro y siete horas al día a masticar (porque no usan el fuego). Y masticar no es precisamente una actividad que favorezca el intelecto.

Lo cierto es que, con excepción de la fruta, todos los alimentos nos saben mejor cocinados que crudos. Es fácil entender hoy por qué: al fin y al cabo, llevamos miles de años cocinando, nos hemos acostumbrado a ese sabor. Pero qué impulsó a los primeros homínidos a cocinar. ¿Cómo fueron ellos conscientes de que asar un trozo de carne les confería mejor sabor?

No sabemos muy bien cuándo ocurrió eso. Ya hemos visto que hace unos 1,8 millones de años el cerebro de los *Homo erectus* comenzó a crecer al tiempo que disminuía su aparato digestivo. Pero no tenemos constancia de que ya entonces aquellos seres fueran capaces de dominar el fuego. Hasta hace muy poco el resto más antiguo de utilización de hogueras databa de hace sólo 250.000 años. De ser así, la teoría del crecimiento del cerebro por culpa de la cocina se desvanecería.

Pero más recientemente algunos hallazgos paleontológicos han adelantado algo más el primer uso de hogueras de la historia. La evidencia actual más antigua sobre esta práctica se ha encontrado en los yacimientos de Swartkrans en Sudáfrica. Se trata de un grupo de restos óseos con claras muestras de haber sido quemados. Junto

a ellos aparecieron algunas herramientas y otras pistas que sugerían que los huesos habían sido manipulados. Tiene cerca de dos millones de años. En Kobi Fora (Kenia) se han hallado tierras de más de un millón de años que adquirieron un color especial sólo posible tras el contacto con llamas.

No podemos saber con certeza si esos restos responden al uso controlado y continuado del fuego o fueron episodios aislados y accidentales. Pero sí es probable que aquellos individuos ya hubieran podido probar las excelencias de la comida cocinada y descubrieran sus virtudes organolépticas.

Cuando un grupo de proteínas en un trozo de carne se calienta o se mantiene almacenada durante mucho tiempo, se produce un complejo sistema de reacciones químicas que se conocen como reacción de Maillard. Como resultado de esas reacciones se generan en el alimento melanoidinas que le confieren una coloración variable entre el amarillo y el marrón. Es lo que llamamos «dorar» al fuego. Otro efecto secundario de esta reacción es la producción de compuestos aromáticos que resultan muy agradables al olfato y el gusto humano. Es probable que algunos pioneros *erectus* descubrieran por azar el agradable sabor de la carne tostada y trataran de reproducirlo. El fuego ablandó los alimentos y catapultó la evolución de la inteligencia humana.

No sólo eso, sino que se convirtió en el centro de una nueva cultura. Alrededor de una fogata no sólo se comía, sino que se compartían espacios, miradas, lazos de unión. Las primeras reuniones familiares de la historia de la Humanidad tuvieron lugar cerca de un trozo de madera ardiendo. No muy diferente a lo que nos gusta hacer ahora en las barbacoas.

16
CÓMO MATAR A UN EQUIPO DE FÚTBOL SIN TOCARLO

El poder de los virus para cambiar la historia

En enero de 2014, los pasajeros del impresionante crucero del Royal Caribbean Explorer of the Seas vivieron la peor pesadilla de sus vidas. Lo que debía ser un magnífico y lujoso viaje de Año Nuevo se convirtió en una película de terror cuando 600 personas cayeron repentinamente enfermas como consecuencia del azote de un virus. Yo miraba las noticias de los telediarios y trataba entonces de imaginar la sensación de impotencia que debían sentir los viajeros, confinados en una nave en medio del océano, sabedores de que a su lado caían como moscas compañeros y familiares y de que la causa del mal era un microorganismo que se contagia por el aire…, sin escapatoria. Así que decidí investigar un poco para aliviar la desazón. ¡Qué otra cosa podría hacer desde la comodidad de mi despacho!

Desde 1994 se han producido cerca de 200 brotes víricos graves en barcos. Los responsables de los cruceros están obligados a rellenar unos formularios en los que se informa del número de personas que han enfermado durante el viaje, sobre todo si se trata de infecciones gastrointestinales, e incluso si ese número es cero. Si el porcentaje de personas afectadas excede el 3 por ciento del pasaje, la enfermedad es contagiosa, y si el viaje ha durado mas de 3 días, el caso se reporta internacionalmente. Por eso hoy podemos conocer exactamente cuántos casos como el del Explorer of the Seas han ocurrido. Más de 200 son muchos casos. De ellos, la inmensa

mayoría (cerca del 95 por ciento) fueron provocados por un norovirus, una máquina creada por la naturaleza con un solo fin: contagiar.

Vive en los pomos de las puertas, en los pasamanos de las escaleras o en superficies más blandas como las alfombras y las sábanas. En los últimos 20 años parece haber desarrollado una especial predilección por los barcos (donde produce más enfermedades que el E. coli y la salmonella juntos). Pero puede estar en cualquier lugar. De hecho, un norovirus es el responsable del 50 por ciento de los casos de gastroenteritis en el mundo desarrollado. Hay seis genogrupos conocidos, de los cuales tres afectan a los seres humanos y desarrollan hasta 25 genotipos distintos.

El norovirus es extremadamente contagioso. Una persona que lo porta puede enviar en cada estornudo miles de millones de partículas que lo contienen. Y sólo hace falta que 18 de ellas entren en el organismo para contagiar a otra persona. Muchos de los contagios se producen por consumir alimentos regados con aguas que contenían restos del virus. En el caso del barco de lujo el contagio se producía de cientos de maneras más: apretar el botón de llamada del ascensor, pasar la mano por la barandilla de la escalera, jugar en el suelo, comer en la misma mesa donde antes ha comido un enfermo, respirar el aire del lugar en el que otra persona, minutos antes, ha vomitado… Una persona puede ser contagiosa incluso antes de padecer los primeros síntomas. ¿Por qué son tan terriblemente eficaces estos «bichos»?

La mayor parte de los virus viven encapsulados en una especie de bolsita de lípidos que les sirve para desplazarse por el mundo. Se llama envoltura vírica. Aunque, gracias a ella, el virus puede penetrar en las células que invade, esta cápsula tiene sus vulnerabilidades. En primer lugar, se seca en contacto con el ambiente exterior. Eso provoca que algunos virus (como el VIH que causa el sida) mueran casi inmediatamente después de salir del cuerpo. Nadie se contagia de sida por tocar un vaso que ha tocado un enfermo.

Además, esta envoltura se destruye en contacto con desinfectantes basados en alcohol. Una buena limpieza de manos puede servir para acabar con ellos.

Pero un norovirus no presenta estas debilidades. Su envoltura de proteínas puede resistir meses en el ambiente exterior y no se ve afectada por los jabones desinfectantes normales. ¡Qué tío!

Algunas empresas del sector de los cruceros tienen normas terriblemente exigentes para combatir los norovirus. Por ejemplo, después de cada viaje, limpian cada centímetro cuadrado de la nave con una solución al 5 por ciento de lejía. Pero es obvio que los hospitales, centros comerciales, colegios y oficinas no tienen tanto empeño habitualmente. Imagine la cantidad de norovirus que andarán pululando por ahí.

Durante miles de millones de años, los virus han evolucionado buscando maneras cada vez más sofisticadas de infectar a sus víctimas. Su única obsesión es entrar en una célula, reproducirse dentro de ella, y salir en busca de otra. En ese proceso, muchos de ellos producen enfermedades a sus huéspedes, desde una simple gripe benigna a un mal potencialmente mortal como el sida. Contra ellos, nuestra especie combate con las mejores armas de su sistema inmunitario…, bueno, con eso y, desde hace un par de siglos, con el cerebro de los científicos que han sido capaces de desarrollar vacunas para detenerlos.

Los virólogos son esos *Homo sapiens* que se encargan de estudiar cómo funciona un virus y dónde están sus puntos débiles. Uno de ellos es Geoffrey Smith, de la Universidad de Cambridge. A Smith le gustan los virus porque dice que son «el mejor modelo para estudiar el sistema inmunitario humano». No le falta razón, los virus llevan haciendo eso miles de millones de años: estudian el sistema de defensas de sus víctimas, sus fortalezas y sus debilidades. Los humanos apenas hemos empezado a entender sus secretos.

El equipo de este patólogo ha centrado su trabajo en los vaccinia virus (o virus vacuna), los mismos que utilizó por primera vez Edward Jenner en 1796 para generar la primera vacuna de la historia (ahora sabemos de dónde viene ese nombre). Ese tipo de virus fue utilizado para acabar con la viruela en el mundo. Tiene 200 genes y la mitad de ellos se dedican a fabricar proteínas que bloquean el sistema inmunitario humano. Es como si nosotros utilizáramos la mitad de nuestros ADN para una sola función, por ejemplo, protegernos contra el frío.

Está claro que el virus no sirve para mucho más que para

contagiar. Y de esa habilidad podemos aprender. La vacuna de la viruela es el primer artificio humano que logra erradicar una enfermedad. Después de eso no se ha podido acabar con ningún otro mal por completo. Y lo hizo precisamente usando un virus como un caballo de Troya, un vaccinia virus que entra en el organismo y estimula nuestra capacidad de respuesta. ¡Bien hecho! Pero junto a esta habilidad, la vacuna también acarrea otras muchas complicaciones y efectos secundarios. Si queremos extender la capacidad de vacunación para erradicar otros males (como la polio, por ejemplo, que seguramente será el próximo en caer en el olvido), debemos fabricar vacunas más seguras y más eficaces.

El equipo de Smith trabaja desde la década de 1980 en la fabricación de virus genéticamente modificados. Aísla el ADN de uno de estos microorganismos y simplemente le cambia un gen. En su lugar pone un gen de otro ser vivo, un gen que produzca antígenos contra otros virus, bacterias o parásitos. El nuevo virus modificado entra en el cuerpo humano, lo coloniza con su gran capacidad de invasión, pero lo hace sin dañarle porque contra él ya estamos vacunados. En lugar de infectar, el virus expresa en nuestras células una proteína que nos defiende, por ejemplo, contra la polio o, en el futuro, contra el ébola. Así funciona la magia de la nueva vacunación.

Pero lo que interesa a los científicos no es sólo poder inmunizar contra enfermedades. La curiosidad de los investigadores los ha llevado a preguntarse por los mecanismos íntimos del contagio. ¿Cómo sabe el cuerpo que está siendo invadido por un virus? ¿Qué señales recibe de las células para poder activar la respuesta de defensa? Porque conocer esos secretos podría ayudarnos a fabricar vacunas y medicamentos mucho mas afinados.

Para luchar contra un agente infeccioso, lo primero que hay que hacer es saber que está ahí. Existen sistemas en todas las células que detectan a los invasores y generan señales de alarma. Y uno de esos sistemas es una proteína, conocida como kinasa dependiente de ADN. Como si se tratara de un radar, esta proteína (comúnmente llamada con el diminutivo ADN-PK) es capaz de notar cuándo un ADN extraño esta dentro del cuerpo. En ese instante desata una respuesta inflamatoria.

Pero en la guerra los enemigos suelen ser listos. Y los virus han

desarrollado a lo largo de milenios todo un sistema de contramedidas para evitar ser detectados. En concreto, algunos genes de su ADN están especializados en fabricar proteínas que inhiben la acción de la ADN-PK. Son como los señuelos térmicos que lanzan los cazas para despistar a los sensores de un misil enemigo.

Los virus no han desarrollado esta «inteligencia» por ciencia infusa. Más bien hemos sido nosotros los que les hemos enseñado, muy a nuestro pesar. Viviendo en lugares superpoblados, agrupándonos en grandes grupos y aumentando la densidad de población les hemos dotado de un nicho ecológico ideal para sobrevivir. Cuando el ser humano vivía en áreas con densidades de población muy reducidas, el virus que penetraba en una persona tenía serias dificultades para saltar a otra. Permanecía más tiempo dentro del cuerpo de un individuo y sucumbía a su sistema inmunitario. Pero en poblaciones muy densas, el virus encuentra fácil acomodo en uno y otro individuo y acumula más experiencia para sobrevivir. La viruela era una enfermedad rara hace miles de años. En el siglo XX superpoblado mató a 300 millones de personas.

Con millones de años de evolución a sus espaldas, los virus actuales se lo están poniendo difícil a nuestras células. En 1999, un hombre enfermo vomitó en las cercanías de los baños de un auditorio en Gales. Al día siguiente un colegio realizó una visita cultural a la sala de conciertos. Trescientos alumnos acabaron hospitalizados con la misma enfermedad infecciosa que padecía el hombre que había vomitado. Los microorganismos que expulsó pasaron 24 horas agazapados en el suelo y el aire hasta encontrar nuevas víctimas. Un año antes, en Carolina del Norte (Estados Unidos), un equipo de fútbol americano contagió a casi todos los miembros de su oponente, que venía de Florida, durante un partido. Bastó el contacto con las camisetas de los enfermos para ser contagiado. En los dos casos, el causante fue un norovirus de nueva generación.

Estos microorganismos son realmente persistentes. El virus del resfriado común suele dejar de ser contagioso una semana después de infectar a una persona. Pero algunos ensayos de laboratorio han demostrado que un norovirus puede seguir generando viriones (partículas infecciosas) durante al menos tres semanas. Además, los

norovirus son «listos». Es decir, son capaces de replantear sus estrategias según el individuo al que atacan. La mayoría de los virus sienten predilección por un tipo determinado de azúcares en nuestras células que determinan nuestro grupo sanguíneo. Es decir, para ciertos virus unas personas somos más propensas que otras. Los norovirus pueden desarrollar un gusto por todos los azúcares…, contagian a un rango de individuos mucho más amplio.

La buena noticia es que estas máquinas de infectar no suelen ser letales. Pero, ojo, algún día un virus realmente peligroso desarrollará las mismas herramientas de ataque. Más nos vale que los virólogos sigan empeñados en estudiar a estos microseres.

17
¿TODOS LOS GENIOS SON TÍMIDOS?

La apasionante vida interior de los introvertidos

Soy tímido, no puedo evitarlo. No me da miedo hablar en público, enfrentarme a un programa de televisión en directo o que me entrevisten en la radio. Pero soy de esos que prefieren que hable otro primero, que espera que le den la palabra, que elige pasar el fin de semana en casa con la familia y nunca se presentaba a delegado de clase. Aunque, al final, maldita sea, terminaban votándome.

Si fuera mosca de la fruta formaría parte del 20 por cien de los individuos a los que los entomólogos llaman «moscas lentas», son más tranquilas, ahorran más energía, se exponen menos y por lo tanto tienen menos probabilidades de caer en manos de un depredador. Sus congéneres, el 80 por cien restante, salen a buscar comida más rápido, a cualquier parte, asumen riesgos…, tienen más probabilidades de sobrevivir cuando el alimento escasea, pero también de morir devorados por enemigos. El mundo de las moscas se divide en lentas y rápidas. El de los seres humanos, en introvertidos y extrovertidos. En el mundo de las moscas ambos grupos tienen sus propias posibilidades de éxito, dependiendo de las circunstancias que les ha tocado vivir. ¿Y en el mundo de los humanos?

Vivimos quizás en una sociedad que prima la extraversión: el niño que levanta primero la mano en clase para responder parece más espabilado, el vecino que se presenta espontáneamente a

presidir la comunidad parece más solidario, el periodista que más grita en una tertulia parece más incisivo. Formar parte del 20 por cien de moscas de la fruta lentas sería horrible si el éxito se midiese sólo por los parámetros establecidos por el otro 80 por cien. Afortunadamente, el mundo está lleno de gloriosos introvertidos, de tímidos que han llegado a lo más alto de sus carreras sin hacer ruido.

Dicen que Al Gore sufre endemoniadamente antes de iniciar cualquier acto público; Mark Zuckerberg revolucionó el mundo al inventar Facebook precisamente porque era incapaz de relacionarse cara a cara con los demás; el mismísimo Gandhi convirtió la introversión en trinchera al donar a la historia el ya indeleble concepto de resistencia pasiva (como las moscas lentas de la fruta).

Afortunadamente para todos los introvertidos que en el mundo son (o somos), ha nacido una abogada defensora, combativa, incansable, sonriente y tímida. Susan Cain es una antigua letrada de Wall Street que se ha dedicado a estudiar el comportamiento social de los tímidos en el mundo contemporáneo. Si uno vence la timidez y se atreve a contactar con ella para preguntarle algo, aprenderá cosas como éstas:

> Al menos un tercio de las personas que nos rodean son introvertidos. […] Aunque nuestra cultura los minusvalora, ellos han realizado impresionantes contribuciones a la sociedad, desde los nocturnos de Chopin a la invención del PC. […] Por desgracia, diseñamos nuestras escuelas, lugares de trabajo, instituciones políticas y comunidades de vecinos pensando en los extrovertidos. Y es un error que nos hace malgastar toneladas de talento, energía y felicidad.

¡Gracias, Susan!

Quizás sea importante definir qué entiende la ciencia por introversión, antes de seguir profundizando en el fascinante cerebro de los que profesan en sus filas. Aunque en español las palabras tímido e introvertido suelen usarse como sinónimos (de hecho, en el arranque de este capítulo yo mismo lo he hecho), técnicamente existe una sutil diferencia. Una persona tímida es aquella que teme el juicio de los demás, que siente ansiedad ante el contacto social. En los casos más extremos, será incapaz de superar esa ansiedad y preferirá encerrarse en su mundo silencioso y seguro. El tímido rehúye el contacto siempre que puede. El introvertido simplemente

se siente más útil, creativo y feliz con una dosis menor de estímulo social.

Según muchos psicólogos, la diferencia fundamental entre extrovertidos e introvertidos es la cantidad de estímulo externo que cada uno necesita para funcionar bien. Hay gente que para «cargar sus pilas», para relajarse y volver a empezar la actividad diaria necesita salir a tomar unas copas con los amigos, ir a una discoteca, planear un viaje en grupo, acudir a un concierto, visitar a viejos conocidos o familiares que hace tiempo que no ve, pasarse un par de horas al teléfono con un amigo de la infancia… Son extrovertidos naturales; moscas de la fruta rápidas. Otros, para lograr el mismo efecto, prefieren escuchar música, sentarse a ver televisión, leer una novela, darse un buen baño, pasear en solitario o en compañía de alguien muy íntimo… Introvertidos, moscas lentas.

Algunos expertos han creado incluso una escala continua de personalidad, porque nadie es completamente extrovertido ni completamente introvertido todo el tiempo. Los «ambivertidos» son aquellos que presentan un 50 por cien de funciones de introvertido y un 50 por cien de funciones de extrovertido. Una especie de ideal punto medio que realmente no existe. A partir de ahí, uno puede comportarse con más o menos arrojo en determinadas condiciones y caer más a un lado u otro de la balanza.

En teoría, como pasa con las moscas, da igual en qué lado estemos: cada momento, cada necesidad, cada circunstancia puede ofrecer posibilidades de éxito para una u otra personalidad. Bastaría con elegir en qué entorno queremos desarrollar nuestra vida y adaptarlo a nuestra categoría psicológica. Pero ¿ocurre eso de verdad?

Aquí es donde Susan Cain ha decidido dar la voz de alarma: «estamos construyendo un mundo que deja fuera a los introvertidos». El estudio en las aulas, el trabajo en las grandes empresas, las decisiones políticas tienden a centrarse en actividades de grupo. Desde muy pronto estamos obligados a trabajar en comités. Hace unas décadas, los niños en las escuelas nos sentábamos en pupitres alineados, éramos pequeñas islas en busca de nuestro espacio vital. Hoy se crean asambleas de bebés, grupos de trabajo preescolares, se incentiva hablar en clase, debatir,

trabajar en equipo. Eso nos parece estupendo, y probablemente lo sea. Pero para el 30 por ciento de moscas lentas de la clase, es decir, de niños introvertidos, es una pequeña injusticia. Es como hacer jugar a un gran jugador de tenis en una pista de hielo, en un terreno donde nunca va a poder expresar todo su potencial talento.

El ideal extrovertido del mundo contemporáneo consiste en primar lo gregario, valorar al líder, al ciudadano o ciudadana alfa, a quien está cómodo bajo el foco de la atención de los demás.

¿Han visto las estanterías de libros de psicología en cualquier librería moderna? Están plagadas de propuestas para aprender a hablar en público, saber liderar una reunión, salir del cascarón, crear tu propia empresa, ser tu propio jefe, invertir, luchar, tener éxito, gritar… Pero hay pocos tratados que enseñen a sacar partido de la soledad, ser un brillante empleado en una cadena de montaje, aprovechar el silencio…

Qué curioso, sin embargo, que las grandes obras de arte, los mayores descubrimientos científicos y las aportaciones más revolucionarias al pensamiento hayan florecido, en gran medida, dentro de la mente de personas tímidas, a veces incluso hurañas en la soledad de su estudio. Pareciera que la soledad y la capacidad de concentración, de introversión, son dos componentes básicos de la creatividad. ¿Será así?

El psicólogo de la Universidad de Florida K. Anders Ericsson trató de comprobarlo. En uno de sus trabajos pidió a un grupo de violinistas que apuntaran sus rutinas diarias. Evidentemente, todos demostraron pasar la mayor parte del tiempo realizando tareas relacionadas con la música. Pero descubrió que los más virtuosos eran aquellos que más horas dedicaban a practicar en solitario. ¿Cuántas horas?

Aquí es donde el estudio de Ericsson resulta realmente fascinante. Después de analizar la mente de docenas de virtuosos en diferentes áreas llegó a la conclusión de que él éxito puede empezar a llegar tras 10.000 horas de práctica intensiva y deliberada de una actividad cualquiera. La regla de las 10.000 horas ha sido algo discutida por muchos expertos en formación, pero no deja de tener su aquél. Según Ericsson, pocos grandes virtuosos (desde el ajedrez al piano pasando por el baloncesto o el sexado de pollos) lo son sin haber dedicado 10.000 horas. Si practicamos ocho horas diarias una

actividad, todos los días sin descanso, seremos unos virtuosos en ella al cabo de 3,5 años.

Lo que convierte el trabajo de Ericsson en apropiado para este capítulo es que el psicólogo estableció que la práctica intensiva y deliberada exige algo de soledad, exige cierta introversión.

Algunas empresas donde se trata de fomentar la creatividad empiezan a demonizar, por ejemplo, las famosas tormentas de ideas en grupo. Suele ocurrir que en ellas algunos talentos se sienten cohibidos por el ruido y las mejores ideas pueden quedar simplemente soterradas bajo las ideas mejor expresadas (aunque no sean buenas). Surgen así mecánicas de creatividad donde se prima la soledad, canales que permiten al individuo pensar una solución en casa, en el despacho, en el metro o en el cuarto de baño y comunicarla directamente a un supervisor, incluso de manera anónima. El sueño de todo introvertido brillante.

Hacer que los introvertidos no pasen inadvertidos es el nuevo reto de los buenos jefes, los buenos maestros y los buenos líderes políticos. Adam Grant es un profesor de la escuela de negocios Wharton en Pensilvania que siempre comienza la primera clase de todos los cursos con esta petición: «Que levante la mano quien sea introvertido». Asegura que hace cinco años nadie levantaba la mano y ahora lo hace entre el 30 y el 40 por cien de la clase. No es que haya hoy más tímidos, simplemente los tímidos hoy se atreven más a confesarlo.

Grant es un experto en la personalidad del introvertido. Hasta el punto de que ha sido capaz de identificar algunas peculiaridades en su comportamiento que hasta ahora parecían desconocidas. Por ejemplo, advierte que la personalidad introvertida no necesariamente necesita de la soledad para recargar energía. La diferencia entre una y otra actitud está en el umbral a partir del cual uno se siente «saturado». El ser humano es social por naturaleza, da igual que seamos más o menos tímidos, necesitamos encuentros con otros para sobrevivir. El introvertido es aquel que se siente suficientemente estimulado en sociedad, que necesita menos estímulo social para ser feliz.

Otra sorpresa aflora cuando se analiza el grado de ansiedad que genera hablar en público. Varios estudios demuestran que las personas introvertidas anticipan más miedo a hablar en público

antes de dar un discurso (piensan que lo van a pasar peor). Pero si se analizan las constantes neurofisiológicas del conferenciante, el grado de ansiedad durante la charla no depende de cuán introvertido sea, sino de otros factores. Extrovertidos y tímidos pueden sufrir por igual pánico a hablar ante una audiencia.

Un estudio publicado en *Harvard Business Review* demostró en 2006 que para el 63 por cien de los directivos de grandes empresas, un empleado introvertido tendría menos posibilidades de llegar a liderar un departamento. Para desmontar este mito Grant diseñó un curioso experimento. Pidió a 163 estudiantes que formaran grupos de trabajo de cinco personas (un líder y cuatro seguidores). A cada grupo se le dio un montón de camisetas y se le pidió que doblase el máximo de camisetas posible en 10 minutos. Se le dio un tiempo previo para organizar el trabajo. Los grupos dirigidos por una persona introvertida doblaron —como media— un 28 por cien más de camisetas.

De hecho, aunque se ha intentado medir en docenas de ocasiones, ninguna escuela de negocios ha logrado determinar una relación directa entre la personalidad extrovertida y un mayor éxito en la empresa. Aunque parezca lo contrario, los «echados para adelante» no siempre venden más.

En realidad, como en el famoso caso de las moscas de la fruta, extrovertidos e introvertidos somos dos caras de la misma moneda neuronal. Los más introvertidos responden más a la hormona dopamina, por lo que una sobredosis de estimulación externa les agota. Varios estudios neurológicos han demostrado que en las personas extrovertidas los estímulos sociales siguen una ruta cerebral más corta a través de áreas que procesan los sentidos de la vista, el olfato, el tacto… Viven con más intensidad la experiencia social.

Los introvertidos utilizan otras zonas del cerebro relacionadas con la planificación y la memoria (meditan más la experiencia social). Eso parece explicar por qué los introvertidos suelen ser, también, más prudentes y menos amantes de las experiencias de riesgo. Está claro que no tenemos alas ni revoloteamos obsesivamente alrededor del vinagre, pero en algo nos parecemos mucho a las moscas. Alguna parte de nuestro ADN nos empuja a amar el riesgo y la exposición social, o preferir la tranquilidad y el

anonimato.

En cualquiera de los casos, haríamos un flaco favor a la humanidad expulsando a alguno de los dos bandos de la cesta de las frutas.

18
EN EL NOMBRE DEL PADRE

Científicos y científicas discuten sobre el instinto paternal

Hay que ser muy hombre para ser padre. Y no se vea en esta afirmación postulado de género alguno. No digo que haya que ser un tipo determinado de hombre, ni que la masculinidad resida en características concretas, físicas o psíquicas, que la naturaleza haya regalado sólo a algunos. No, simplemente constato una obviedad científica como la copa de un pino: la paternidad sólo pueden ejercerla aquellos seres humanos que nacieron con un doble cromosoma sexual XY, es decir, a los que llamamos varones en el caso del *Homo sapiens*, machos en el caso del resto de las especies que en el mundo son. ¡Parece de Perogrullo!

Pero no lo es tanto porque, hasta hace muy poco, la etología humana, la biología y la psicología han sufrido una sangrante carencia de interés hacia el estudio de esa cualidad masculina: la paternidad. Pareciera que el ser humano macho y padre no hubiera interesado a los científicos, hasta el punto de que tenemos miles de referencias intelectuales sobre el instinto maternal y muy pocas sobre el instinto paternal.

Y es que también existe un instinto paternal, una pulsión irrefrenable del macho hacia la crianza, una disposición natural que a los hombres (y a los ejemplares masculinos de otras especies) les impele no sólo a reproducirse, sino a cuidar con extremo interés a sus descendientes. Y la culpa, como con tantas otras cosas, la tienen las hormonas.

Quizás a un padre contemporáneo, sobre todo si es reciente y primerizo, le repugne pensar que la catarata de emociones que le produce sostener a su retoño en los brazos, disfrutar del olor dulce de su piel recién bañada y sufrir el punzante efecto de sus uñas endemoniadamente grandes sobre el pecho, haya sido simplemente producido por una inyección natural de oxitocina en el torrente sanguíneo. Y, sin embargo, es verdad. No es que la paternidad sea «sólo» cuestión de hormonas; pero es «también» cuestión de hormonas. Cada vez son más los datos científicos que demuestran que el macho de la especie humana esta químicamente diseñado para sentir deseos de cuidado hacia sus crías.

Entre los mamíferos, la supervivencia de los recién llegados a la camada depende exclusivamente del cuidado de los padres y las madres. No siempre tiene que ocurrir así en el reino animal. La mayoría de las especies (sobre todo aquellas que no se desarrollan en el vientre materno) muestran una autonomía casi perfecta desde el mismo momento del nacimiento. Nacen prácticamente adultos con sus funciones vitales desarrolladas y una innata capacidad de supervivencia autónoma. Para los mamíferos, las cosas son muy diferentes. Y más aún para estos mamíferos grandes y supuestamente inteligentes a los que llamamos seres humanos y que nacemos profundamente desvalidos.

Que nuestras crías nazcan sin capacidad de valerse por sí mismas ha supuesto toda una sucesión de modificaciones sociales que están en la base de la formación estandarizada de la familia en todas las culturas humanas. Por ejemplo, también somos una de las pocas especies animales que tiene abuelas activas. La mujer humana es el ser vivo que mayor grado de supervivencia muestra después de dejar de ser fértil. En muchas especies, entre ellas los primates más cercanos a nosotros, las hembras suelen tener una corta vida después de la menopausia. No es raro encontrar, por ejemplo, animales como los babuinos, que prácticamente extienden su edad reproductiva hasta cerca de los 20 o 25 años que están sobre la Tierra. Pero la mujer de nuestra especie vive 30, 40, 50… años de plena salud después de tener su última menstruación. ¿Por qué?

Una investigación liderada por el Centro Nacional de Síntesis Evolutiva de Estados Unidos ha comparado el comportamiento reproductor de mujeres que viven en sociedades primitivas, sin

acceso a la sanidad moderna (como las de la tribu Kung de África), con el de mamíferos cercanos genéticamente a nosotros. El estudio ha demostrado que el declive en la capacidad reproductiva de una humana y de un chimpancé comienza prácticamente a la misma edad. Una mujer puede experimentar su menopausia entre los 40 y los 50 años, pero su capacidad fértil empieza a disminuir mucho antes (incluso décadas antes). En los chimpancés y en la mujer, los primeros síntomas de crisis de fertilidad aparecen a los 30 y muchos años. En la mayoría de los animales, el declive reproductor corre en paralelo con el de otras funciones vitales. Pero en las mujeres parece que, mientras la capacidad reproductiva se deteriora muy rápido, el resto de las funciones cuentan con un calendario distinto. La vida continúa a todo tren a pesar de la decadencia fértil.

Los científicos han buscado una explicación a este fenómeno. Si la evolución ha dado una mayor supervivencia a las mujeres tras la menopausia y sólo a ellas, será por algo. ¿Qué beneficios aporta en términos egoístamente evolutivos un individuo que no puede engendrar más miembros de la especie? La respuesta es: muchos. Las mujeres mayores que dejan de invertir sus energías en la reproducción pueden usar esa energía en el cuidado de los hijos ya criados o, lo más importante, en el cuidado de los hijos de sus hijos. La figura de la abuela (casi exclusiva del ser humano) se ha convertido en una ventaja evolutiva de nuestra especie frente a todas las demás. Y es que, como decíamos al principio, por muchas razones biológicas nuestras crías nacen más débiles que las del resto. Un niño humano se beneficia enormemente de haber contado con madres y abuelas que aún están vivas muchos años después de su declive fértil y que ya no tienen que invertir energías en cuidar a otros bebés.

El hecho de que la mujer pase más de la mitad de su vida en edad infértil es un regalo de la naturaleza porque, entre otras cosas, y según esta reciente investigación, nos ha dado a las abuelas.

Como hemos dicho, en los mamíferos la supervivencia de los más jóvenes está directamente relacionada con la atención de los progenitores. En la mayoría de los casos, esta relación viene caracterizada por una intensa inversión maternal. Es menor, aunque muy diverso, el número de especies en las que los machos intervienen también en la crianza. Generalmente se trata de

especies en las que las demandas energéticas de la prole son muy altas y, por lo tanto, en las que la selección natural ha favorecido a aquellas parejas que colaboran en la alimentación y protección de los retoños.

Entre los animales en los que se ha descubierto una profunda intervención del macho en la crianza, una característica común aflora desde el punto de vista etológico: se descubre una relación inextricable entre el comportamiento paternal y determinados patrones hormonales. En muchas especies, los machos experimentan aumentos de producción de la hormona prolactina, por ejemplo, durante los periodos de contacto directo con sus descendientes. Los esteroides parecen también intervenir en el asunto, aunque su efecto es menor o al menos más difuso que el de las prolactinas.

En ciertos casos, la intervención hormonal difiere según la especie. Es lo que ocurre con la tan masculina testosterona. Se sabe que esta hormona suele dificultar la pulsión paternal en animales como los hámsters, los titíes y en los seres humanos. Lo hace fundamentalmente porque se trata de un compuesto químico mediador en comportamientos violentos y de cortejo, lo que interfiere en la práctica de la paternidad cuidadosa. Sin embargo, un estudio publicado por el Departamento de Psicología y Biología del Comportamiento de la Universidad de Nebraska demostró que en los ratones de pradera, *Microtus ochrogaster,* es precisamente la testosterona la precursora de los lazos extremadamente cercanos que se establecen entre el macho y la prole.

Parece evidente que existe una relación mas o menos estable entre la producción de ciertas hormonas y la inversión paternal en el cuidado de los pequeños, es decir, el tiempo que dedican los machos a la crianza. Pero ¿quiere eso decir que la diferencia entre ser un buen padre y un mal padre depende de la carga de hormonas que nos impone a cada uno nuestra disposición genética? ¡No, en absoluto!

Se ha demostrado que la excelencia en el cuidado paternal se suele alcanzar más con la experiencia que con el instinto. En ratones de laboratorio macho, por ejemplo, se ha descubierto que la responsabilidad de los padres aumenta cuando se alarga el tiempo de contacto de la pareja con las crías. La madurez del padre se ve también reflejada en el comportamiento hormonal. El caso de los

monos tamarinos cabeza de algodón es significativo. Estos pequeños simios de copete blanco que habitan en selvas húmedas de Panamá y Colombia han demostrado saber mucho de paternidad. En su especie, el macho presta atención especial a la prole desde el mismo momento del alumbramiento. Y, como en otros casos, ese comportamiento coincide con un aumento general de la producción de hormona prolactina y un descenso de la presencia de cortisol en sangre. Sin embargo, el fenómeno no ocurre de idéntica manera en todos los individuos del clan. Los machos que ya han sido padres alguna vez experimentan una mayor producción hormonal que los primerizos. Algo similar ocurre con los titíes. En este caso, los niveles de testosterona en los machos que crían por segunda vez son mucho menores que los de los noveles. Sí, la química es importante para ser padre, pero, de alguna manera sutil, la naturaleza nos prepara para aprender también de la experiencia.

Como ya hemos visto, una de las hormonas que juegan un papel más destacado en la «construcción» del instinto paternal es la prolactina. Esta sustancia es bien conocida como catalizadora de muchos de los comportamientos innatos de la madre. Pero, por sorpresa, cuando los biólogos del comportamiento comenzaron a estudiar la endocrinología de la paternidad, descubrieron que la prolactina juega también un rol fundamental en el desarrollo de lazos paterno-filiales en peces, pájaros, mamíferos y seres humanos.

Según han publicado los científicos Carsten Schradin y Gustl Anzenberger, se conocen más de 200 efectos biológicos de la prolactina en muchos animales. Participa en el crecimiento, la reproducción, la osmorregulación y la protección inmunológica. Muchos biólogos la han llegado a llamar por eso la omnipotina, la hormona que todo lo puede. Su función fundamental, sin embargo, es la de ayudar al organismo de las hembras mamíferas a producir proteínas lácteas. Precisamente por eso, esta hormona está directamente relacionada con el instinto maternal. Por ejemplo, si se pone en contacto a una ratona infértil con crías de otra ratona, la primera experimenta un aumento de prolactina. El fenómeno es tan directo que incluso puede invertirse: mediante el suministro artificial de prolactina a una hembra de ratón sin útero, se puede provocar en ella un comportamiento maternal hacia crías ajenas.

Al empezar a buscar patrones químicos similares en los machos,

los científicos acudieron a sus animales preferidos una vez más, los ratones. Es cierto que este roedor no suele mostrar comportamiento paternal en condiciones normales. Sin embargo, en el laboratorio, se le puede inducir la pulsión de cuidado de las crías cuando se les expone a un continuo contacto con ellas. En realidad, la vida en familia de los ratones de laboratorio es harto complicada. El infanticidio es recurrente, aunque sólo lo manifiestan los machos. Pero, a cambio, los ratones suelen establecer lazos de unión con las crías de otros (cuando no se las comen) más estrechos que los que establecen las ratonas vírgenes con las crías de otras.

Por todas estas cuestiones el ratón de laboratorio se convirtió en el sujeto ideal de este tipo de estudios: ¿será posible detectar alguna diferencia química entre los machos que demuestran afecto por las crías y aquellos que se muestran indiferentes e incluso agresivos contra ellas? El valor estudiado, cómo no, fue la prolactina. Y para decepción de los defensores del instinto químico paternal, los machos amorosos no sufrían ninguna variación en esta hormona. En principio se pensó que la razón de tamaño caso de pereza hormonal era fisiológica. Los ratones macho, al contrario de lo que ocurre con otras especies de mamíferos incluida la humana, no tienen pezones. Y resulta que la estimulación de los pezones es fundamental para la producción endocrina de prolactina. Por eso, varios grupos de investigación utilizaron ratones hormonados con estrógenos y antiandrógenos para que adquirieran caracteres femeninos. Ni siquiera en ese extraño caso de ratón con pezones la prolactina despertó. La razón de que unos ratones quieran a sus crías y otros no no parecía residir en esa hormona.

Sin embargo, un caso fascinante de relación entre la prolactina y la paternidad animal es el del *Symphysodon aequifasciatus*, un pez de acuario muy común. En esta especie el cuidado de la prole se deja indistintamente al macho y a la hembra. Pero en ambos casos, la inyección de prolactina extra tiene un efecto espectacular: no sólo aumenta la actividad de ventilación del nido y la agresividad ante extraños sino que sirve para generar un mucus en la epidermis que utilizan los recién nacidos como alimento. Una especie de «leche» materna para peces que nace igual en la piel de los machos que en la de las hembras.

Los pájaros no están exentos de fenómenos similares. Muchas

especies de aves son socialmente monógamas, lo que favorece la intervención paterna en el cuidado de los polluelos. Ésta puede ser de dos tipos: ayudando a la incubación en el nido o alimentando a las crías tras la eclosión. Los ornitólogos han descubierto una impresionante lista de casos (desde pingüinos a aves canoras domésticas) en los que el comportamiento amoroso del macho hacia su descendencia depende de la cantidad de prolactina que genera. El macho de buen número de aves experimenta un aumento de esta hormona en contacto con la hembra durante la incubación. Los niveles hormonales se mantienen en el periodo de crianza y descienden bruscamente cuando el pollo abandona el nido.

Un modelo muy interesante es el del bellísimo halcón de Harris. Este ave realmente no participa de manera activa en el cuidado de los polluelos. Su rol le mantiene en un segundo plano, almacenando comida o dotando de protección al nido. Sin embargo, durante ese periodo, sus niveles de prolactina también aumentan.

De todos modos, una vez más, la hormona por sí sola no es suficiente para explicar el comportamiento paternal instintivo. Los ornitólogos saben que, incluso con los mismos niveles endocrinos, unos machos actúan más amorosamente que otros. Las diferencias vuelven a residir en la experiencia y en la costumbre social.

Conforme los estudios en animales se refieren a especies más parecidas a la nuestra (mamíferos), los datos son menos definitivos. Sólo entre un 3 y un 5 por ciento de los mamíferos son decididamente monógamos y entre ellos no todos exhiben un comportamiento paternal. El ratón de California, o *Peromyscus californicus,* muestra el mismo afecto por las crías sea macho o hembra. Los padres construyen nidos, transportan a la prole, lamen y limpian a los pequeños, les alimentan y pasan largos espacios de tiempo en contacto físico con ellos. Los machos progenitores presentan niveles de prolactina en plasma considerablemente superiores a los no progenitores (muy similares a los de las hembras madres) y manifiestan un impulso hacia el cuidado de los retoños de otras parejas que no está presente entre los jóvenes que aún no han sido padres.

Entre los lobos también se aprecian conductas paternales interesantes. Estos animales mantienen una férrea estructura jerárquica a la hora de alimentarse en grupo. A los más pequeños de

la camada los alimenta la hembra alfa (la madre) y otras hembras. Éstas experimentan un estado de pseudopreñez, una suerte de embarazo psicológico en contacto con crías ajenas, que se refleja en el aumento de sus niveles de prolactina. Los machos también participan en la alimentación de los recién nacidos regulando las cantidades de comida repartidas y mantienen contacto con ellos mediante juegos, lametones y rituales de defensa. El parto siempre ocurre en primavera: momento del año en el que ambos sexos registran la mayor presencia de prolactina en sangre.

Pero si queremos establecer conclusiones más ajustadas a nuestra especie deberíamos buscar patrones de paternidad entre nuestros primos, los primates. Ya hemos mencionado el caso de los tamarinos y los titíes, dos tipos de monos calitrícidos muy estudiados al respecto en los que se reconoce una intensa inversión paternal. Viven en grupos familiares en los que la tarea de cuidar a la progenie se comparte entre ambos miembros de la pareja. Estos monos suelen parir gemelos que son transportados en la espalda del padre, con quien comparten el alimento. En el caso del tití común, se ha descubierto que los padres cuentan con una concentración de prolactina en sangre mucho mayor que los no padres. Para los tamarinos, el proceso es similar. Sus niveles de esta hormona suelen empezar a ascender dos semanas antes del parto de la pareja y siguen creciendo hasta dos semanas después del nacimiento de la prole. Es decir, la razón del aumento hormonal no es el contacto con las crías (como ocurre en el caso de los roedores), sino que el propio embarazo de la pareja genera algún tipo de modificación endocrina en el macho. ¿Quiere eso decir que, en cierto modo, los machos también se quedan «embarazados»?

Es evidente que la prolactina es una hormona que provoca situaciones realmente excepcionales en el macho. Pero ¿por qué?

La clave de esta sustancia química es su capacidad de estimular el cerebro. Muchos organismos cuentan con un inteligente sistema de protección que impide que su cerebro sea contaminado por sustancias tóxicas del torrente sanguíneo, pero permite que sea irrigado con oxígeno y nutrientes. Se llama barrera hematoencefálica. Algunas proteínas son detenidas de manera muy eficaz por esta barrera entre los vasos sanguíneos y el cerebro, pero otras son capaces de atravesarla. Al parecer, la prolactina es una de

ellas. Se han identificado áreas neuronales en el telencéfalo de los peces especialmente diseñadas para la recepción de prolactina. De hecho, una inyección de esta hormona directamente en el cerebro de esos peces provoca un incontenible deseo de ventilar los nidos de huevos para aportar oxígeno extra al crecimiento.

En pájaros, roedores y primates también se encuentran grupos de neuronas similares que, al ponerse en marcha, desarrollan intensa actividad maternal en las hembras y paternal en los machos.

De acuerdo, la prolactina enternece lo mismo a un pez que a un tití. ¡Y qué! ¿Van a decirme ustedes que también ella es la responsable de que se nos caiga la baba cuando vemos a nuestro hijo chapotear con la cuchara delante de su primera papilla? En parte, sí. Ella y otras muchas hormonas paternales.

Durante mucho tiempo, la sabiduría popular y, por qué no decirlo, algunos textos científicos han relacionado el comportamiento masculino con esa hormona irrefrenable y machista que es la testosterona. El macho humano, como los de otras especies animales, se vería así impulsado a buscar pareja, practicar el sexo y competir con otros congéneres por mandato bioquímico. La testosterona, «una hormona estúpida», era una de las principales responsables de que el hombre se portara «como un hombre».

Afortunadamente, hoy sabemos que las cosas no son así y que dentro de la etiqueta «comportarse como un hombre» también caben la ternura, la sensibilidad y el afecto paterno-filial. Sobre todo este último, porque recientes investigaciones en el campo de la psicobiología han demostrado que los hombres también contamos con un instinto paternal similar al instinto maternal femenino. Y, curiosamente, la testosterona tiene mucho que decir en su afloramiento.

Aunque no es la única hormona que interviene en la paternidad feliz. De modo similar a como hemos visto que ocurre entre los animales, todo un abanico de sustancias colaboran para conseguir que el varón no sólo tenga deseos de aparearse, sino que también anhele hacerse cargo de la prole, cuidarla y mantenerla y que todo eso genere en él una cascada de emociones positivas tan naturales como las de la madre.

Un estudio publicado en 2001 por la revista *Mayo Clinic*

Proceedings demostró que los futuros padres presentan mayores niveles de estradiol (un tipo de estrógeno) y menos de testosterona que los hombres que no esperan hijos. Es más, los varones cuyas parejas están embarazadas experimentan cambios hormonales que se activan simultáneamente a los de la mujer gestante y que, en algunos casos extremos, llegan a producir síntomas físicos como náuseas y aumento de peso.

El estradiol es una sustancia que interviene en el comportamiento maternal de las mujeres, de los primates no humanos y de otros mamíferos. Hasta ahora, no se había detectado en ningún animal que los machos también respondieran a la paternidad con aumentos significativos de esta hormona. Curiosamente, el estradiol parece ser un elemento clave en la prepaternalidad (periodos de embarazo), ya que en el último mes antes del parto, sus niveles tienden a regresar al estado normal. ¿Es que la naturaleza esta intentando preparar al hombre para que sea un buen padre?

Para responder a esta pregunta, sería útil conocer cómo se comportan otras sustancias químicas del cuerpo del varón ante la inminencia de la paternidad. Los glucocorticoides, hormonas de la familia del cortisol, descienden considerablemente cuando el hombre sabe que va a ser padre. Se ha demostrado que las personas que viven en pareja estable y disfrutan de mayor refuerzo social o familiar presentan menores niveles de esta sustancia que las que viven solas o en parejas inestables. En el último mes de embarazo de la mujer, se aprecia un incremento en la cantidad de glucocorticoides de su compañero, quizás como respuesta al aumento del estrés y la aprehensión propios de esos momentos tan trascendentes para su vida. Además de estos cambios, el cuerpo del varón que va a ser padre experimenta otras transformaciones relacionadas con el estado de su pareja. Por ejemplo, un estudio de la doctora Anne Storey, de la Universidad de Newfoundland, en Canadá, ha demostrado que los prepapás sufren un aumento de las cantidades detectables de, precisamente, prolactina. La doctora Storey especula con la posibilidad de que el estado de gestación de la mujer genere ciertas señales que indican al cuerpo del varón que ha de prepararse para tener una criatura en casa. La testosterona, mientras tanto, desciende para favorecer un comportamiento más

estable, menos agresivo y menos sexual en el varón, mientras los cortisoles y las prolactinas preparan el terreno hacia un temperamento más tierno y solícito.

¿Qué tipo de señales recibe el hombre para generar reacciones como éstas? Según Storey, es posible que se trate de estímulos olfativos enviados a través de las feromonas o, simplemente, de cambios en el comportamiento de la mujer que dan las claves a la bioquímica del varón.

El mismo equipo canadiense solicitó a los padres que informaran sobre los cambios que experimentaron en sus vidas diarias durante el embarazo de sus mujeres. Los individuos que sufrieron mayor fatiga, aumento de peso y falta de apetito fueron los que arrojaron niveles más altos de prolactina en los análisis. ¿Una especie de embarazo por simpatía? Storey lo explica: «Creemos que los niveles hormonales de la mujer dependen de su estado de gestación y los niveles hormonales del hombre dependen de los de su pareja».

La presencia de la mujer gestante no es el único estímulo para que el instinto paternal aflore. Otros estudios realizados con hombres sin hijos han demostrado que, después de ver durante varios minutos una cinta de vídeo con imágenes de bebés y niños jugando, los niveles de cortisol en sangre se reducen dramáticamente. Parece evidente que los hombres estamos biológicamente preparados para ser padres y que dicha preparación natural está escrita en el comportamiento de algunas de nuestras hormonas. Los científicos saben que la actividad hormonal puede variar en función de cambios ambientales o del comportamiento. El estrés laboral, el flirteo o el deporte son algunas situaciones que generan modificaciones bio-psicológicas. ¿Por qué no va a suceder lo mismo con una experiencia tan importante para la vida de un ser humano como el nacimiento de un hijo?

Actos propios de la crianza como sostener un bebé, escuchar un llanto o dar un beso a un pequeño no sólo dejan una impronta psicológica en quien los disfruta, sino que tienen su propia repercusión fisiológica. Un experimento clásico para demostrarlo es hacer que voluntarios varones sostengan durante media hora muñecos que llevan puestos pañales que han sido utilizados por bebés. Los niveles de testosterona disminuyen en los casos de los hombres que han mostrado un deseo previo de ser padres. Cuando

el experimento se realiza con los propios hijos, la variación en los datos es mucho mayor.

Una revisión parcial, y un poco cínica, de estos datos podría conducir a la conclusión de que la paternidad sofoca la masculinidad del individuo, es decir, los feminiza, mediante el control de la testosterona. Pero los autores de estas investigaciones creen que, al contrario, estos datos demuestran que la masculinidad del género humano reside en otras habilidades más allá de las que su hormona sexual le confiere. Todo el abanico químico del hombre se pone a su disposición en un momento de su vida para que pueda experimentar el rango más amplio de emociones y demostrar que es un buen padre por naturaleza.

La importancia de la madre en el desarrollo del niño, desde la lactancia hasta la madurez, ha sido estudiada con profusión. El papel de la mujer es decisivo en la formación de un individuo física y psicológicamente sano. ¿Pero qué papel juega el padre? Si atendemos a los últimos estudios psicológicos sobre la relación paterno-filial, no tenemos más remedio que reconocer que los padres sirven para mucho. Al menos, de ello están convencidos los estudiosos del comportamiento humano que se han dedicado a relatar la cantidad de beneficios que la paternidad aporta a la familia, a los niños, a las esposas y, por supuesto, a los propios padres. Un repaso a los informes más recientes sobre la salud física y mental de la familia occidental permite resumir algunas de las virtudes que tiene ser padre, ser hijo, convivir con un padre o desear tener hijos. La mayoría de los trabajos que han dado lugar a estos resultados son estudios sobre familias voluntarias de todo el mundo a las que se ha seguido la evolución durante un tiempo determinado. Las estadísticas demuestran que los varones que viven solos presentan mayores riesgos de cometer suicidio que los que viven acompañados. Pero este dato aislado no sería suficiente para establecer ningún beneficio directo de la paternidad. Algunos estudios, sin embargo, sí relacionan la crianza de la prole con un descenso en los casos de ansiedad y estrés, aunque parezca paradójico. Se ha demostrado que los hombres que se involucran más en las tareas cotidianas de educación, cuidado, limpieza y alimentación de sus retoños viven menos estresados. Quizás porque, todavía hoy, la fuente principal de tensión es el entorno laboral y la

crianza exige una concentración extrema en asuntos muy distintos a los que suelen atribular al hombre trabajador. Algunos psicólogos han detectado cierta influencia del matrimonio en la reducción de los niveles de depresión. Estar casado es, tanto para hombres como para mujeres, una protección contra este mal. Sin embargo, en el caso de la progenitura, las cosas cambian. Uno de los segmentos de población con mayor riesgo de padecer depresión es el de las madres con hijos pequeños, mientras que los padres presentan justo la tendencia contraria. La paternidad tiene, incluso, un efecto cuasi clínico sobre algunos conflictos personales. Según James Levine, director del Proyecto Paternidad de Manhattan, «muchos hombres reviven sus experiencias biográficas mientras sus hijos crecen. Un correcto control de las emociones paternales puede conducir al restañamiento de heridas sufridas en la infancia o la juventud por el padre». Quizás sea éste el motivo que explique por qué muchos hombres se reconcilian emocionalmente con sus padres después de haberlos convertido en abuelos.

19
SI CREES QUE VAS A MORIR, MORIRÁS

Psicopatología clínica de Don Quijote

Una de las pruebas más espectaculares del poder de la sugestión nos la ha servido el biólogo Richard Arder en su laboratorio de la Universidad de Rochester, Nueva York. Durante semanas estuvo alimentando a un grupo de cobayas con agua y azúcar hasta que comenzó a introducir en el preparado una sustancia que provocaba náuseas, bajaba las defensas de los animales y conducía definitivamente a la muerte. Como es lógico, pronto comenzaron a experimentarse las primeras bajas. Hasta ahí, nada extraño; salvo quizás las dudas éticas evidentes cada vez que nos enfrentamos a este tipo de experimentos con animales. ¡Pobres!

Pero Arder tenía una idea algo más perversa en la cabeza. A mitad del experimento dejó de introducir el veneno y volvió a la dieta inocua. Increíblemente, los ratones siguieron falleciendo. En su mente modesta de roedores ya se había instalado para siempre la idea de que el agua con azúcar era un vector de muerte y los propios animales, sugestionados fatalmente, repetían los síntomas del horror que habían visto en sus compañeros de jaula. Era muerte por placebo, muerte por sugestión.

Entre seres humanos ocurren cosas similares. Varios experimentos con personas lo demuestran. Es muy conocido el estudio con 57 escolares japoneses que pretendía demostrar la capacidad de inducir síntomas de una enfermedad a personas sanas. Al grupo de 57 jóvenes se le realizó un exhaustivo cuestionario sobre sensibilidad a plantas para tratar de hallar cuáles de ellos

tenían experiencias pasadas de picaduras con ortigas, hiedras venenosas u otros urticantes naturales.

Los más propensos a estos episodios fueron seleccionados para una prueba más que intrigante. Se les taparon los ojos y se les frotó cada uno de los brazos con hojas de una planta. Una de ellas era un inofensivo árbol, aunque se les dijo que era una ortiga. El otro brazo se puso en contacto con una ortiga, aunque se les informo de que era una flor inofensiva. Curiosamente, muchos de los pacientes (los que habían demostrado más hipersensibilidad en los tests previos) generaron una reacción alérgica en el brazo rozado con el árbol inocuo, incluso mayor que la producida por la ortiga. La sola idea de que algo venenoso les estaba tocando activaba en su cuerpo la reacción propia de una toxina.

Hay estudios similares que demuestran que dos terceras partes de los alumnos en un aula elegida al azar desarrollaron dolores de cabeza cuando se les dijo (falsamente) que se había detectado una extraña radiación electromagnética en la habitación.

Pero la investigación más conocida sobre la interferencia de la sugestión en nuestro estado de salud es el llamado Estudio del Corazón Framingham, un rastreo de la salud cardiovascular de los ciudadanos de esa localidad de Massachusetts a largo plazo. Comenzó en 1948 y monitoriza desde entonces el estado físico de 5.209 adultos. Ya va por la tercera generación de individuos participantes.

Con los datos obtenidos de este macroestudio se han podido certificar algunas cuestiones sobre salud que hoy son universalmente aceptadas. Por ejemplo, que fumar eleva el riesgo de padecer enfermedades coronarias, que la hipertensión es un factor de riesgo para padecer infartos o que el HDL (llamado colesterol bueno) reduce las probabilidades de padecer del corazón.

Entre las docenas de conclusiones que se han establecido de los datos del Framingham, una llama la atención: las mujeres que creían que eran propensas a padecer una enfermedad coronaria padecían en realidad hasta cuatro veces más desórdenes del corazón que las mujeres que no creían estar en ese grupo. Aunque sus factores de riesgo cardiovascular fuesen idénticos. ¿Pensar que iban a enfermar las enfermaba de verdad?

Todavía la ciencia no ha recorrido completamente el

apasionante camino de la sugestión humana. Pero la casuística es apabullante. El 50 por ciento de los enfermos de esclerosis múltiple tratados con interferón responden positivamente al tratamiento. También lo hace el 40 por ciento de los tratados con una medicina falsa a modo de placebo. Se tiene constancia de que si a un adolescente se le advierte de que el chocolate que acaba de comer le producirá acné, aumentan las probabilidades de que realmente le aparezca un feo grano en la cara.

En un experimento con personas asmáticas se introdujo una sustancia en el inhalador y se les dijo que contenía un agente irritante. Casi la mitad de los pacientes experimentó problemas respiratorios. Entonces se les dio otro inhalador con un medicamento antiasmático. Se recuperaron inmediatamente. En realidad ambos inhaladores sólo contenían agua.

Si se administra una pastilla de agua y azúcar a un grupo de personas y se les hace creer que es un fármaco, hasta un 20 por ciento de los individuos dirá que siente algún efecto secundario de la medicación.

La industria farmacéutica es bien conocedora de este fenómeno. Un estudio de la Universidad de Ámsterdam demostró que los enfermos que tienen que tomar un medicamento consideran que las pastillas blancas son menos eficaces que las rojas o las negras. Las amarillas se consideran estimulantes; las azules y verdes, relajantes. El tamaño y el precio también intervienen en nuestra percepción del éxito de un tratamiento. Una píldora negra o roja, algo más grande de lo normal y con un precio elevado puede aumentar hasta un 25 por ciento su eficacia.

En enero de 2015 neurólogos de la Universidad de Cincinnati demostraron hasta qué punto esto es cierto. La investigación se llevó a cabo en 12 pacientes con diferentes grados de Parkinson. Los científicos administraron a cada uno de ellos dos dosis de placebo —una solución salina—, indicándoles que se trataba de dos medicamentos diferentes, igualmente efectivos, pero de diferente precio, uno 90 y otro 1.300 euros. Antes y después de cada toma, los participantes pasaron varias pruebas para medir sus habilidades motoras y se sometieron a escáneres que calibraron la actividad cerebral.

Al tomar el fármaco etiquetado como caro, los pacientes

mejoraron en un 28 por ciento sus habilidades motoras en comparación a cuando tomaban el barato. Este efecto fue particularmente notable cuando el que creían más costoso se recibía primero. Los resultados de la resonancia magnética también mostraron una diferencia a favor del medicamento de mayor valor económico.

De hecho, el placebo ha salvado tantas vidas como el resto de los fármacos juntos. El 60 por ciento de los médicos reconocen que lo usan alguna vez con enfermos que padecen ansiedad, problemas de sueño, asma… Los placebos actúan sobre el cerebro de manera similar a como lo hacen los antidepresivos: desatan una catarata química en nuestro organismo. Pero el detonante del proceso es esa misteriosa facultad del alma que llamamos sugestión.

Ahondando en los difusos mecanismos de este poder de la mente, en el año 2004 realicé algunas investigaciones sobre el personaje más autosugestionado de la historia de la literatura: Don Quijote. ¿Puede extraerse alguna enseñanza sobre la capacidad humana para generar fantasías de la lectura de la genial obra cervantina? Veamos:

A principios del siglo XIX, comenzaron a fundarse las bases de la psiquiatría científica, a partir de la obra de Philippe Pinel *Tratado médico-fisiológico: de la alienación mental a la manía.* En ella se describe por primera vez de forma racional el componente maniático de la personalidad y se determina una nueva enfermedad: la monomanía. Pinel llegó a definir la actitud de Don Quijote como «un ejemplo admirable de monomaniaco», que se caracteriza por la recurrencia de ideas fijas, obsesivas e ilusorias. Cuando los sucesores de Pinel diferenciaron entre ilusiones y alucinaciones y crearon un corpus clínico más solvente para detectar estos fenómenos en el comportamiento de los pacientes, quedó claro que Alonso Quijano, sometido a constantes idas y venidas de la realidad, acuciado por sus alucinaciones y perturbaciones, debía ser un caso prototípico de maniaco.

Sólo unas décadas después de que se publicara el *Quijote*, Thomas Sydenham, conocido como el Hipócrates inglés, escribió que «la obra es el mejor tratado para estudiar medicina». Quizás resulte un tanto entusiasta, pero lo cierto es que pocas novelas han recibido una atención de médicos, psicólogos y psiquiatras como

ésta en la historia de la literatura. Sin duda, el tema de la locura de Alonso Quijano es el nudo central de la obra y del aparato crítico vertido sobre ella secularmente. Pero ¿es posible realizar un análisis diagnóstico del estado psiquiátrico del hidalgo sin acudir más que a criterios científicos? Muchos expertos consideran que sí. Y de hecho, tal aproximación no resulta una novedad, precisamente. El primer autor español que aventura una diagnosis psiquiátrica de Don Quijote es Antonio Hernández Morejón, que en 1836 escribió *Bellezas de medicina práctica en el Ingenioso Caballero Don Quijote de la Mancha.* En aquel texto, el autor creyó ver en el personaje una alteración colérica y melancólica de la personalidad. Dicho diagnóstico se realizó, obviamente, sobre las premisas de la ciencia psicológica de la época, gran desconocedora de los entresijos de la mente y basada en la teoría hipocrática de los humores. Según aquellos científicos, el alma humana dependía de cuatro elementos —aire, fuego, tierra y agua— que determinaban cuatro sustancias corporales —la flema, la sangre, la bilis amarilla y la bilis negra— y cuatro temperamentos —flemático, sanguíneo, melancólico y colérico.

Conforme la ciencia de la mente fue evolucionando, aparecieron nuevas aportaciones a la explicación de ciertos comportamientos, como los que Cervantes relata en su obra. Para conmemorar el 300 aniversario de su publicación, en 1905. el doctor Ricardo Royo Villanova publicó un tratado en el que se elaboraba una historia clínica del personaje. Para aquel entonces, ya se habían propuesto algunas ideas novedosas en psiquiatría: se había diagnosticado la catatonia y se conocían males como la paranoia y lo que se llamaba demencia precoz, que luego fue catalogada como esquizofrenia. Royo Villanova concluye en su obra que Don Quijote «sufre paranoia crónica o delirio sistematizado parcial de tipo expansivo, con forma megalómana y variedad filantrópica». Es evidente que los diagnósticos iban siendo más precisos y definidores cada vez: se cerraba el cerco a la enfermedad. El perfil del mal quijotesco parece claro. Pero ¿cuáles son sus orígenes? Si el hidalgo padecía tales trastornos, ¿qué se los provocó?

Es sabido que la enfermedad mental puede deberse a causas genéticas heredadas, a traumas ambientales o a una combinación de las dos. En teoría, el deterioro de la personalidad del personaje no

puede deberse a traumatismos vitales o a una vida desordenada. «No se desprende de la lectura de la obra —advierte el antropólogo forense José M. Reverte— que el caballero consumiera alcohol o drogas, pues no se trataba de un hombre vicioso; antes bien, era madrugador y amigo de la caza». Tampoco se hace mención a procesos infecciosos anteriores que pudieran desencadenar un mal mental.

Reverte apunta dos causas importantes que pueden ayudar a conocer la etiología del mal psíquico del hidalgo. La primera es la edad, ya que Alonso Quijano ha entrado en una etapa de la vida donde se hace más prevalente la psicosis. La segunda es la insuficiencia vitamínica.

Rastreando otros elementos favorecedores de la historia clínica del personaje, los científicos encuentran factores coadyuvantes que, sin ser determinantes del todo, pueden impulsar el desarrollo del mal o, al menos, aparecen relacionados en la vida real con episodios neuróticos y psicóticos.

Uno de ellos es el celibato, que en el caso de Don Quijote es llevado hasta el extremo sin que se produzca ningún tipo de sublimación religiosa —propia de sacerdotes, por ejemplo— que a menudo sirve de compensación a los efectos de esta práctica en nuestra psique. Otro, quizás más claro, es el agotamiento y la falta de sueño. Aunque la literatura clínica conoce bien los casos de personas que han perdido el equilibrio anímico por culpa de la extenuación o la obsesión por el trabajo, no parece claro que este fenómeno sea causa de deterioro o, más bien, una consecuencia de otro mal que impele al paciente a huir de algo que le atribula. En cualquier caso, una de las referencias más claras que Cervantes realiza a la etiología del mal quijotesco es, precisamente, ésta. Según el autor, Alonso Quijano «se pasa las noches de claro en claro y los días de turbio en turbio» y por esa razón «se le seca el cerebro y viene a perder el juicio».

Desde el punto de vista literario, la locura de Don Quijote ha sido interpretada de múltiples maneras, aunque prevalece una idea central: el hidalgo es, en realidad, el otro yo de Cervantes que le sirve para realizar las aventuras que Don Miguel nunca pudo permitirse. Desde el punto de vista médico, el pobre hidalgo sufrió de un mal muy común en la sociedad contemporánea: un trastorno

de la personalidad provocado por la incapacidad de dar equilibrio a los múltiples y complejos componentes de su vida. Una manifestación supina del poder de sugestión patológico de nuestra mente.

Una pregunta recurrente en el estudio sistemático de la locura quijotesca es ¿qué hubiera pasado si don Alonso Quijano hubiera acudido a la consulta de un psicoanalista hoy? La pregunta se la hizo el psiquiatra Carlos Plata Mújica en 2003 y éste es el resultado: para este experto, es importante tener en cuenta el origen social del hidalgo: a sus 50 años de edad, era una persona bien considerada en su lugar, que se jactaba de haber sido siempre persona honesta y contenida. De hecho, se califica a sí mismo como «enamorado platónico continente». Su aparente rectitud se vio perturbada con la lectura obsesiva de los libros de caballería, que comenzó a imitar primero en la intimidad de su cuarto y luego, ya perdido todo control sobre sus actos y sometido a los sinsabores de la paranoia, en ambientes públicos. Un aspecto importante desde el punto de vista psicoanalítico es el de los objetos y acciones en los que el hidalgo proyecta su imaginación. Se encierra con las armas de sus bisabuelos, vive con su sobrina, un ama y un mozo, se fortifica en una feble celada… Estas obsesiones familiares sugieren un deseo de identificación regresiva con un padre fantaseado agresivo e impotente. Este caldo de cultivo favorece una proyección personal hacia el mundo de la fantasía, hasta el punto de cambiar su nombre, el de su caballo y el de su amada —de Aldonza a Dulcinea— en una suerte de delirio de realidad.

Sí, el autosugestionado Don Quijote es un producto de la ficción, pero, en ocasiones, la realidad supera a la más delirante de las ficciones. Y los fantasmas, las brujas, los demonios y los duendes llaman a tu puerta una noche, sin haber sido invitados, y con la intención de quedarse para siempre.

Eso le pasó en 1760 al abuelo de Charles Bonnet, biólogo y filósofo suizo nacido en 1720. El anciano de 89 años con discapacidad visual, psicológicamente normal, comenzó a referir la presencia de figuras extrañas en su entorno, a sufrir alucinaciones. Hoy una de cada seis personas de avanzada edad con discapacidad visual padece estas visiones que llevan el nombre de síndrome de Charles Bonnet. Una de las mejores fuentes de información sobre

este mal, evidentemente relacionado con la tendencia de algunas personas a experimentar sucesos paranormales cuando están suficientemente sugestionados, es la obra del investigador Peter Verstraten.

Verstraten descubre que las complejas alucinaciones de estos pacientes se refieren a imágenes detalladas que casi son reales. Éstas deben distinguirse de las llamadas alucinaciones elementales, como imágenes de estrellas, triángulos, cuadrados, bandas, etc. Alrededor del 40 por ciento de todas las personas con deficiencias visuales experimentan estas alucinaciones elementales.

También es necesario distinguir las alucinaciones de las ilusiones. En estos casos, objetos que son reales se perciben (por equivocación) como algo diferente. Desde luego, esto puede sucederles también a las personas discapacitadas visuales, pero entonces no se trata de alucinaciones. En el caso de una ilusión, el sujeto confunde, por ejemplo, un vaso con una cara o un perro con un niño jugando.

Un criterio importante para diagnosticar un síndrome de Charles Bonnet es que la persona en cuestión es perfectamente consciente de que las alucinaciones visuales no tienen una base real. Dicha persona es capaz de distinguir entre lo real y lo irreal. Las imágenes de estas alucinaciones visuales no producen sonidos. El razonamiento de tal persona tiene que considerarse normal. No hay pensamientos irreales ni que no puedan corregirse.

Hay situaciones en las que pueden producirse alucinaciones visuales complejas (plenamente reconocibles) como síntomas de otras enfermedades. En tales casos, estos pacientes deberán quedar excluidos del diagnóstico de síndrome de Charles Bonnet.

En un grupo de 300 pacientes de baja visión, el síndrome se diagnosticó en el 5,1 por ciento de ellos en el rango de edad entre los 18 y los 64 años, y en el 13 por ciento de los comprendidos entre los 65 años o más. Durante la exploración efectuada a los pacientes con baja visión de más edad, se ha encontrado el síndrome en el 2,1 por ciento de las personas con una agudeza visual de más de 0,3 en el ojo con mejor corrección y en el 14,4 por ciento de las personas de edad avanzada con una agudeza visual inferior a 0,3. Por tanto, parece que el síndrome de Charles Bonnet es un fenómeno típico en personas ancianas discapacitadas visuales.

Aproximadamente uno de cada siete ancianos con discapacidad visual tiene la experiencia de estas alucinaciones visuales. Ésta es una cifra mínima, porque otros estudios hablan de porcentajes aún más altos.

La duración de las alucinaciones puede variar desde unos pocos segundos a varias horas. Algunas personas tienen alucinaciones sólo una vez en su vida, mientras que otras las tienen durante al menos 20 años. La mayor parte de las personas tienen los ojos abiertos durante las alucinaciones y las imágenes suelen ser tan claras como las percepciones normales, o incluso más. Además, las imágenes tienen tanto color como puedan tener las imágenes normales.

Las alucinaciones pueden referirse a personas, animales, plantas, una gran variedad de objetos y a veces escenas completas. El contenido de la mayor parte de las alucinaciones parece ser muy trivial, aunque a veces es divertido, bonito, fantasmagórico o extraño. Una mujer relató a Verstraten en una ocasión que todas las mañanas, a la hora de desayunar, veía dos cabezas de caballo que empezaban a besuquearse y que sus babas le caían sobre su comida. Como se puede imaginar, la mujer perdió el apetito. Estas alucinaciones son excepciones a la regla. Afortunadamente, la mayor parte de las alucinaciones no tienen nada de extraño.

El 72 por ciento de las personas con este síndrome no sufren a causa de él, el 18 por ciento experimenta cierto malestar y el 10 por ciento experimenta una importante angustia. Esta angustia se debe a la frecuencia de las alucinaciones, a su duración o al contenido amenazador. En cualquiera de los casos, el poder de sugestión de la mente es capaz de generar una realidad vívida ante los ojos enfermos de quien no puede ver el mundo físico real con claridad.

¡Ay, la máquina del cerebro! Sorprendente, misteriosa, inabarcable. Si cada vez que encontramos una manifestación neuronal de origen desconocido, una atribución encefálica de rastros extremos, un momento en el comportamiento humano que no responde a las leyes convencionales, hubiéramos de acudir a esotéricas fuerzas sobrenaturales para hallar una respuesta, el mundo estaría literalmente plagado de demonios.

Afortunadamente, la ciencia gana pequeñas parcelas al misterio. Reconquista espacios secularmente pertenecientes a la superchería y arroja la luz de la razón sobre el planeta oscuro de la magia. Lo

saben bien quienes hoy practican la hipnosis clínica.

Porque la hipnosis existe. Y no me refiero a una cosa de magos. Nadie camina hipnotizado con los brazos rígidos y las pupilas dando vueltas frenéticamente. Para practicar la hipnosis no son necesarios péndulos, espirales giratorias, velas ni espejos. Los que la aplican no tienen poderes especiales. Al contrario, la hipnoterapia es aceptada sin complejos por las asociaciones de medicina americana e inglesa, por los colegios de psicólogos de medio mundo, por el Centro Nacional de Investigación Científica de Francia y por universidades del prestigio de Harvard, Cambridge o Stanford. En España hay cinco universidades dedicadas a la investigación de la hipnosis, muchos cursos de postgrado en psicología clínica para médicos incluyen la hipnoterapia y, en las facultades de psicología, el término es aceptado con toda normalidad.

Uno de los últimos grandes avances relacionados con esta técnica llega desde Estados Unidos. Un equipo de médicos y psicólogos del Beth Israel Deaconess Medical Center en Boston publicó en la prestigiosa revista *The Lancet* un estudio que demuestra interesantes conexiones entre el uso de la hipnoterapia y la recuperación posoperatoria de pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas mínimamente invasivas.

El estudio clínico incluía a 241 enfermos a los que se aplicó procedimientos radiológicos, cateterismos o drenajes. Los sujetos de estudio fueron divididos en tres grupos. A los miembros del primero se les operó mediante el protocolo tradicional. A un segundo grupo se añadió el consejo psicológico de un experto y al tercero se le aplicaron técnicas de autohipnosis.

Éstas últimas consistieron en la sugestión mediante escenarios elegidos por los propios pacientes. Se les educó para sustituir sensaciones negativas (como el dolor) por otras positivas (como la temperatura) o para evocar situaciones agradables durante la intervención: pasear por el campo, comer con la familia e incluso, jugar en un casino de Las Vegas. Dentro de los límites de seguridad habituales, todos los pacientes fueron autorizados para recibir la medicación necesaria con el fin de detener el dolor o las hemorragias que pudieran producirse.

Los resultados de la investigación fueron elocuentes. El grupo

que recibió asistencia mediante hipnosis consiguió unos resultados posoperatorios objetivamente mejores que el resto. La mitad de ellos no necesitó ansiolíticos u otros fármacos para superar la ansiedad previa a la intervención; durante la misma, esos pacientes informaron de que la sensación de dolor había sido estable, mientras el resto de los individuos reconoció que los dolores habían ido aumentando progresivamente. El procedimiento quirúrgico duró una media de 17 minutos menos en el grupo hipnotizado, en el que, además, se encontró una menor casuística de hipertensión arterial que requiriera tratamiento paliativo.

Cada vez es mayor el número de profesionales que utilizan la hipnosis como complemento a sus terapias de salud mental o como tratamiento paliativo del dolor, la ansiedad, el estrés y ciertas adicciones. Definitivamente, esta técnica milenaria ha abandonado el mundo de los escenarios, de la farándula y de la pseudociencia, para entrar en los laboratorios, de donde nunca debió salir.

Recientemente, el doctor Robert Fisher, psiquiatra y presidente de la Academia de Hipnosis de San Francisco, ha definido el fenómeno hipnótico como «un estado de la mente en el que la gente puede entrar y salir con frecuencia, sin necesidad de ser formalmente hipnotizado. Es como ir al cine y olvidarse del sonido de las palomitas, de las conversaciones de los demás asistentes y de los ruidos del aire acondicionado, porque toda la atención se centra en la película». Esta definición destierra, de una vez por todas, las concepciones arraigadas en el saber popular según las cuales hipnosis es un sinónimo de trance, sonambulismo, sueño o inconsciencia y apunta hacia una definición desmitificada del fenómeno hipnótico.

Para Héctor González Ordi, profesor de psicología de la Universidad Complutense de Madrid, la hipnosis no es más que «el uso de la sugestión mediante una serie de instrucciones deliberadamente planteadas que potencian los recursos psicológicos del paciente para obtener unos resultados terapéuticos».

El primer gran logro de la investigación experimental sobre este tema ha sido distinguir el estado hipnótico del sueño o de cualquier estado alterado de la mente. Muchas variables psicofisiológicas, como el tono muscular, la tasa cardiaca, la presión sanguínea, el ritmo respiratorio y la temperatura periférica de la piel varían sólo

en la dirección de las instrucciones del hipnotizador. Es decir, si el sujeto hipnotizado recibe la orden de relajarse, sus constantes se relajarán. Si, por el contrario, es sometido a una situación de estrés, sus parámetros físicos reaccionarán como los de una persona estresada.

Esto es muy importante, ya que permite afirmar que la hipnosis no es un fenómeno extraño, sino que depende del grado de sugestión que se pueda aplicar al paciente. En otras palabras, que la hipnoterapia no es nada mágico y que su eficacia puede tener mucho que ver con la sugestionabilidad del sujeto, una constante que psicólogos y psiquiatras pueden conocer de antemano antes de empezar el tratamiento.

El problema que podría plantear esta concepción tan relativizadora del poder de la hipnosis es si, en dichos términos, es realmente efectiva la terapia hipnótica y por qué. En algunas enfermedades y procesos clínicos (como demuestra el reciente estudio de Boston), parece que la respuesta es sí.

Uno de los campos de mayor desarrollo de esta técnica es la lucha contra el dolor. De hecho, la hipnosis puede aplicarse para paliar el sufrimiento durante el parto, en amputaciones y en otros tratamientos dolorosos. Muchos dentistas están empezando a interesarse por el empleo de la hipnosis en sus consultas, pues no sólo alivia las molestias, sino que puede ayudar a evitar el pánico que casi todos sentimos al odontólogo. Algunos estudios han demostrado que entre el 15 y el 20 por ciento de los pacientes de un dentista podrían ser tratados de una caries sin notar nada y, por supuesto, sin utilizar anestesia. Del mismo modo, la hipnosis podría formar parte de los cuidados paliativos de un enfermo terminal, favoreciendo la disminución de analgésicos y anestésicos dañinos. Por supuesto, estas técnicas sólo pueden ser usadas como complemento de las terapias médicas. «Ningún hipnotizador en su sano juicio —me contó una vez González Ordi— creería que su terapia excluye a cualquier otra. No es más que una ayuda que puede reducir los efectos negativos de los medicamentos contra el dolor».

El carácter profesional de la hipnosis también ha sido resaltado por los autores del estudio del Beth Israel Deaconess Medical Center. «Las técnicas hipnóticas requieren un entrenamiento

adecuado», advierte Elvira Lang, directora de la investigación. En el caso de las intervenciones de cirugía mínimamente invasiva que se analizaron estaban presentes un médico, una enfermera, dos estudiantes de medicina y un psicólogo, además del equipo quirúrgico. «Los profesionales de la salud —añade Lang— deben estar entrenados para curar y también para cuidar».

Una de las aplicaciones más evidentes de la hipnosis es su utilización dentro de las terapias contra el estrés y la ansiedad. Los estudios realizados a este respecto apuntan en dos direcciones. Por un lado, se sabe que mediante hipnosis se pueden inducir en el sujeto estados formales de relajación. Incluso la actividad eléctrica cerebral presenta un aumento de ondas alfa propias del reposo si el terapeuta da instrucciones tranquilizantes.

Así, la sugestión puede emplearse para modificar síntomas asociados a la ansiedad, trastornos respiratorios y mareos.

Por otra parte, aumentan los datos científicos que indican una clara relación entre hipnotizabilidad y ansiedad. Las personas más fácilmente hipnotizables, con una imaginación más vívida y realista, y con capacidad de ser sugestionadas, son más propensas a la ansiedad y a las fobias. Esta relación podría arrojar pistas fundamentales para el futuro tratamiento del estrés.

Otros usos terapéuticos de la hipnosis son más controvertidos. Los psiquiatras suelen mostrarse escépticos sobre el uso de la hipnoterapia para combatir adicciones. No está demostrado que sea capaz de resolver problemas con el alcohol, el tabaco y las drogas, aunque puede utilizarse como complemento a otros tratamientos. Se sabe que la hipnosis puede reforzar la autoestima de un adicto y ayudarle a superar el síndrome de abstinencia, una vez desintoxicado.

Cada vez son más los testimonios académicos a favor de la eficacia de la hipnoterapia. Pero ¿qué es realmente el llamado trance hipnótico? ¿Por qué funciona? Varias décadas de investigación con las más avanzadas tecnologías no han arrojado la menor evidencia de que la hipnosis sea un estado de consciencia alterada distinto a otros conocidos. Por eso, los científicos han optado por buscar una explicación en los procesos psicológicos naturales en lugar de indagar en la existencia de algún misterioso fenómeno cerebral.

La hipnosis no debe ser más que una llave para liberar ciertas funciones mentales que ya tenemos, pero que no sabemos utilizar. El estado hipnótico es análogo a la relación entre la visión normal y la visión con microscopio. La primera permite ver un conjunto de cosas, la segunda reduce el campo a un solo punto, pero con gran nitidez. La hipnosis sería como introducir un microscopio en el cerebro y ver con todo detalle un solo proceso, un sentido, una sensación, un temor o un deseo. Del mismo modo, las funciones sensoriales y perceptivas se reducen unas en beneficio de otras. Así, se oye sólo un sonido o se responde únicamente a una palabra clave.

Todavía queda mucho por saber sobre la inducción hipnótica. Y posiblemente las últimas tecnologías médicas (escáner, tomógrafo, rayos X) puedan ayudarnos a encontrar el Santo Grial de la investigación psicológica: la diferencia entre hipnosis y no hipnosis.

Los últimos pasos en este sentido los ha dado el neurobiólogo francés Jean-Pol Tassin. Según él, la hipnotizabilidad de un individuo dependería de su capacidad para inhibir el trabajo de ciertas neuronas en beneficio de otras encargadas de fabricar neurotransmisores como la dopamina, la noradrenalina o la serotonina. Estas sustancias cerebrales actúan cuando un sujeto es estimulado con algunas drogas e influyen en la percepción del mundo circundante. Si Tassin tiene razón, la hipnosis tendría una explicación química concreta y desaparecería para siempre la sombra del esoterismo.

Pero todavía no estamos más que en la prehistoria de la investigación sobre hipnosis. Con el tiempo, su estudio nos permitirá desentrañar algunos mecanismos cognitivos del cerebro aún secretos. Los relacionados con esa poderosa herramienta que aún no sabemos bien utilizar y que llamamos sugestión.

20
UN CRUCIFIJO EN ATAPUERCA

¿Desde cuándo los humanos creen en dioses?

Los niños que soñábamos con ser científicos recordamos con nostalgia un chiste malísimo de Jaimito. Ése en el que el profesor de Geología le enseña un mineral:

—Jaimito, ¿qué es esto?

—Una piedra.

Un niño repipi y sabiondo sentado detrás (seguramente de mayor será divulgador) le susurra al oído:

—Jaimito, basalto.

Y Jaimito sube el volumen de su voz:

—¡¡Una pieeeedra¡¡

Pues eso, una piedra. A ojos de cualquiera de nosotros el pedazo de cuarcita roja encerrado en una urna del Museo de la Evolución Humana de Burgos, sobre blanco pedestal de metacrilato, no es más que una piedra. Pero si alguien visita las instalaciones con uno de sus descubridores, José María Bermúdez de Castro, Juan Luis Arsuaga o Eudald Carbonell, descubrirá un extraño brillo de emoción en sus ojos y algo de miedo al hablar de ella. Como si no quisieran aceptar que realmente han descubierto lo que creen que han descubierto. ¿Y qué creen haber hallado?

El fragmento en cuestión es un bifaz tallado hace 400.000 años por un individuo de la especie *Homo heidelbergensis* que lo usó como hacha de mano mientras habitaba las sierras de lo que hoy llamamos Atapuerca. Su excepcionalidad y belleza es que inspiró a

sus descubridores a bautizarlo con el nombre de Excalibur, la mágica espada del rey Arturo.

Apareció entre los restos humanos de cerca de 30 personas y desde el primer momento de su hallazgo llamó la atención. Primero porque había sido tallada en cuarcita de río, un material preciado para aquella estirpe de *Homo*, y que probablemente había sido trasladado desde lejos por su dueño. Se sabe que Excalibur no se talló allí: no se han encontrado otras lascas de dicha cuarcita que certifiquen que su uso era práctica habitual. Alguien construyó esa hacha en otro asentamiento y se preocupó de guardarla y transportarla como un tesoro.

Pero lo más sorprendente es que la piedra tallada estaba enterrada en un yacimiento de nivel verde (el código de los paleontólogos para enterramientos humanos) donde no era esperable hallar muestras de industria lítica ni herramienta alguna.

La acumulación de esqueletos en ese enterramiento sugería que los cuerpos no fueron a parar allí de manera casual. Cuando un antecesor nuestro caía accidentado en una cueva, moría arrastrado por una avenida de agua o simplemente fallecía en medio de una caminata, sus restos terminaban apareciendo aislados, a lo sumo junto a los de animales carroñeros y curiosos que se acercaron a su cuerpo aún caliente y corrieron similar suerte. Pero 30 individuos sepultados juntos no parece obra del azar.

Además, otro detalle de los fríos cadáveres llamó poderosamente la atención. No estaban descarnados. En algunos periodos de la historia de la humanidad nuestros ancestros han practicado el canibalismo. A veces se han hallado depósitos de varios cadáveres con signos evidentes de haber servido de alimento a sus congéneres. Pero los cuerpos de la Sima de los Huesos (nombre del yacimiento en cuestión) estaban intactos, junto a la cuarcita roja de 155,8 milímetros de longitud máxima y 98,5 de ancho, con tonalidades ocres en su capa exterior, una rareza para esa zona, nada parecida a las cuarcitas cercanas del río Arlanzón.

Un famoso paleoantropólogo francés, Henry de Lumley, tras ver a Excalibur escribió en su cuaderno de notas en 2001: «¡Cómo me ha emocionado pasar unos instantes en esta cámara sepulcral, el testimonio más antiguo del nacimiento de los primeros mitos de la humanidad!». ¿De verdad? ¿Una cámara sepulcral de más de

400.000 años?

Para los científicos de Atapuerca, en sus primeras interpretaciones sobre Excalibur, el bifaz era algo más que una simple herramienta. Quizás fuera un elemento votivo, un símbolo funerario arrojado a la cueva para que acompañara a los difuntos. Si es así, la «piedra» de cuarcita de la Sima de los Huesos sería la prueba más antigua jamás hallada del pensamiento simbólico de nuestros antecesores. Quizás aquellos ancestros de hace más de 400.000 años ya eran conscientes de la muerte y habían creado un espíritu que la trascendía. Quizás ya creían en el más allá. ¿Era aquello un embrión de religión?

Es muy difícil llegar más lejos en la argumentación. Excalibur es sólo una piedra. Resulta imposible saber si realmente fue depositada con intencionalidad o cayó por accidente. Pero quienes indagan en el pasado de las emociones humanas quieren creer que ese bifaz de cuarcita roja simbolizaba una creencia compartida por el grupo, una suerte de pensamiento quizás mágico que cohesionó a los habitantes de ese pedazo de terruño del mismo modo que hoy lo hacen los más elevados sentimientos religiosos.

Hasta ahora, las evidencias claras más antiguas de un comportamiento religioso no se remontan mucho más allá del tiempo en que vivieron los neandertales. Aquellos primos nuestros que habitaron Europa desde hace 230.000 años hasta hace menos de 30.000 no sólo cuidaban de sus congéneres débiles o discapacitados, sino que enterraban con esmero a sus muertos. Un esmero que parece propio de un ritual. El ritual funerario se considera por los antropólogos una prueba de pensamiento religioso en una cultura determinada. Salvo que el caso de Excalibur lo desmienta, los rituales funerarios más antiguos son obra de *Homo neanderthalensis*.

Los paleontólogos creen que la receta para que nazca una religión cuenta con tres ingredientes básicos: autoconciencia, lenguaje y emoción. Los seres humanos somos conscientes de que somos una especie propia, quizás única y desde hace cientos de miles de años desarrollamos lenguajes y emociones. Eso sólo ha sido posible a partir de un determinado momento en nuestra evolución: cuando nuestro cerebro aumentó de volumen, triplicando su tamaño original hace unos 500.000 años. Antes no habíamos

desarrollado una mente suficientemente compleja como para albergar sentimientos religiosos. Algunos científicos creen que la fe es un efecto secundario del desarrollo de la mente homínida, una consecuencia de la inteligencia.

Sea como fuere, desde cuándo creemos en dioses sigue siendo un misterio. Como ya he dicho más arriba, el modo más razonable de dar respuesta a esta pregunta es tratar de datar desde cuándo los hombres entierran a sus muertos.

Si dejamos a un lado el caso de Excalibur, esta práctica no parece habitual hasta la llegada de los neandertales. Ellos depositaban a sus cadáveres en enterramientos comunitarios junto a huesos de animales y herramientas de piedra. Los objetos enterrados demuestran cierta conexión emocional con el cadáver y, quizás, la creencia en una vida ulterior. Uno de los más fascinantes enterramientos de este tipo es la cueva de Shanidar, un estrecho conducto entre rocas y arbustos en el norte de Iraq. Allí fueron encontrados varios cuerpos de individuos que murieron hace entre 35.000 y 65.000 años y pertenecieron a la especie neandertal. Estremece contemplar la posición en la que apareció uno de ellos: cuidadosamente recostado en posición fetal, sobre una cama de belcho. Alrededor de los huesos se encontraron diferentes restos de pólenes de flores. Los granos estaban distribuidos de forma ordenada. Pareciera que las flores habían sido colocadas con mimo sobre el cadáver.

De hecho, Shanidar IV (como se etiquetó al esqueleto) fue durante años esgrimido como una prueba concluyente de la ancestral costumbre de enterrar ritualmente a los fallecidos. ¿Ocurrieron de verdad así las cosas?

Más recientemente, otros paleoantropólogos han sugerido otra explicación para el hallazgo de los restos de polen. Existe una especie de roedor conocido como jerbo persa (*Meriones persicus*) del que se sabe que acostumbra a recolectar flores y semillas y acumularlas en ciertos puntos de sus madrigueras. Precisamente en las proximidades de la tumba de Shanidar aparecieron también huesos de ese ratoncillo. Quizás aquel enterramiento tenía mucho más de natural que de simbólico.

Pero lo que desconcierta es que muchas de las especies de plantas halladas junto a aquel infortunado tenían propiedades

medicinales: belcho, hierba cana, jacinto, aciano… ¿Es eso también fruto de la casualidad o existía cierta ritualidad en la elección de los adornos?

Otros enterramientos neandertales han arrojado misterios similares. ¿Por qué entre los cadáveres hallados en la región francesa de La Ferrassie hay un niño de cuatro años sin cabeza? ¿Por qué su cabeza se ha hallado en otra tumba contigua cubierta por una gran piedra tallada? ¿Por qué los cadáveres de La-Chapelle-aux-Saints, también en Francia, están rodeados de hogares de fuego con restos de huesos de animales quemados? ¿Por qué los esqueletos neandertales de Teshik-Tash, en Uzbekistán, estaban rodeados de una cadena de cuernos apuntando al suelo como una especie de valla de protección? ¿Eran diferentes versiones de un rito funerario? ¿O simplemente se trata de torpes intentos de evitar que los carroñeros devoraran la carne y esparcieran el mal olor de la putrefacción?

Nuestros viejos primos neandertales tenían otras costumbres misteriosas. Al parecer, coleccionaban huesos de oso. En algunas excavaciones como la de Drachenloch, en Suiza, se hallaron varios cráneos de este animal apilados en un arca de piedra. Eran siete calaveras con los hocicos dispuestos frente a la entrada de la cueva donde vivió una familia neandertal. Sus mejillas estaban perforadas y atravesadas por huesos de piernas de otros osos.

En la localidad de Regourdou, Francia, se encontró un foso rectangular con restos de al menos veinte osos cubiertos por una sólida losa de piedra. Y aún más sorprendente es el hallazgo de la cueva de La Basura en Savona, Italia: allí apareció una estalagmita rodeada de bolas de arcilla que pudo ser usada como cetro en alguna suerte de ritual. Diseminados por el suelo aparecieron restos de oso.

Con todos estos datos, algunos paleontólogos han sugerido que el neandertal practicaba una especie de culto al oso de las cavernas. Quizá adorase a ese animal, o creyese que el espíritu de la bestia los podría proteger. ¿Un remedo de religión animista?

Otros expertos encuentran explicaciones más prosaicas. Corrientes de agua subterráneas y movimientos de tierra pudieron acumular fortuitamente los restos de oso en ciertas zonas. Quizás los animales prepararan nidos circulares durante la hibernación y

muchos de ellos murieran así, dejando sus restos aparentemente ordenados para la posteridad.

Puede que nunca podamos responder a la pregunta que da título a este capítulo. Pero es evidente que el pensamiento religioso es consustancial a nuestra especie homínida. Algunos paleontólogos creen que la religión es un fenómeno adaptativo que favoreció la selección natural de ciertos grupos. Las familias que compartían ciertas creencias sobrenaturales se mostraban más cohesionadas, vivían más unidas, podían quizás incluso dar la vida por las demás, arriesgarse más. Los más débiles recibían ayuda de los más fuertes. Todo eso eran ventajas que les permitieron sobrevivir mejor que a otros grupos sin cohesión mística.

El advenimiento de las sociedades sedentarias agrícolas hace unos 10.000 años añadió otra pieza al puzle religioso. El trabajo se especializó, incluido el trabajo de gestionar los ritos religiosos. Aparecieron las primeras castas de sacerdotes que se dedicaron sólo a la vida ceremonial y monopolizaron el misticismo.

El antropólogo británico Nicholas Wade lo tiene claro. La religión promueve normas morales que hay que respetar. Los que siguen esas normas son «los nuestros». El grupo así identificado es capaz de luchar mejor contra «los otros».

Visto así, el sentimiento religioso es una herramienta más. Otra de las pinceladas que la evolución dio en el aire para construir eso que llamamos ser humano.

¿Desde cuándo? Puede que nunca podamos responder a esa pregunta.

21
UNA CARICIA TUYA BASTARÁ PARA SANARME

La misteriosa relación entre el tacto y la salud

La escena, muy pronto, podría parecerse a la siguiente: sobre la mesa de operaciones, un paciente tranquilo y relajado espera a que comience su segunda intervención para tratar un feo tumor en el hígado. El proceso previo a la cirugía ya se ha realizado y la anestesia empieza a hacer efecto. Ha entrado un cirujano en la habitación que se dirige con soltura hacia el instrumental quirúrgico. Pero, en lugar de bisturís y pinzas, éste se compone de una consola de ordenador sobre la que teclea varios comandos, del mismo modo que a estas horas estará haciendo el hijo del paciente sobre la consola de juegos de su habitación. De manera precisa y rápida, un pequeño robot, que en realidad no se parece nada a los robots de las películas (no tiene rostro ni forma de androide, se trata sólo de un par de brazos finísimamente articulados), manipula una larga y delgada aguja llena de productos de quimioterapia. La máquina es la encargada de punzar el abdomen del enfermo y buscar a través de vasos y tejidos el camino más recto para llegar al destino final: el tumor. Mientras el cirujano jefe se retira de la pantalla y permanece simplemente vigilante con los brazos cruzados, el robot habrá tenido tiempo de localizar la diana e inyectar el medicamento directamente en el nudo de células malignas. Para ello, se habrá servido de las toneladas de información digital almacenadas en el servidor de la sala de operaciones, donde reside la historia clínica del paciente, el mapeo

en tres dimensiones del interior de su cuerpo y cualquier dato que pueda ser necesario para tomar una decisión que, por supuesto, tomará el robot bajo la atenta mirada del ser humano que lo ha puesto en marcha.

Sí, es cierto que el tono general de esta historia sugiere más un escenario de ciencia ficción que una proyección real del futuro que le espera a la medicina. Pero muchos expertos opinan que intervenciones como ésta son una realidad inaplazable. De hecho, ya se están practicando operaciones que no son muy diferentes. El urólogo del Hospital Johns Hopkins, Louis R. Kavoussi, un hombre acostumbrado a sajar abdómenes con sus propias manos, y que hoy está convencido de que en menos de una década imágenes como la relatada serán cotidianas, lo explica con parsimonia: «Haremos clic en el tumor y un robot semiautónomo hará el resto. El cirujano simplemente se sentará a observar que todo marcha correctamente». Y no lo dice cualquier persona. Kavuossi ha sido premiado con el cargo de Catedrático Distinguido Philip C. Walsh en Urología y él mismo ha diseñado varios métodos mínimamente invasivos para atacar procesos cancerosos.

Hasta tal punto el avance de la tecnología es una pieza clave en el desarrollo de la cirugía —desde los primeros diseñadores de herramientas rudimentarias para la amputación hasta nuestros días — que hoy la palabra cirujano puede ir íntimamente unida a la de «ingeniero». Y, por supuesto, es Estados Unidos el principal abanderado de esta revolución médica. Allí, por ejemplo, abundan las aventuras pioneras como la del ERC CISST, una institución cuyo larguísimo nombre (Engineering Research Center for Computer Integrated Surgical Systems and Technology) da idea del cariz que están tomando los últimos acontecimientos médicos. En su seno trabajan codo con codo médicos, ingenieros, expertos en desarrollo informático, prospectivistas…

Es cierto que, a pesar de tales esfuerzos, los bisturís automáticos o los robots cirujano autónomos siguen estando fuera de nuestro alcance cotidiano, son prohibitivamente caros, poco versátiles y aún necesitan de un largo proceso de experimentación y depuración. Pero las experiencias hasta ahora realizadas no dejan de ser sorprendentes.

En octubre de 2005, el cirujano Humberto Villavicencio, jefe del

Servicio de Urología de la Fundación Puigvert en Barcelona, operó de próstata a un hombre de 63 años sin ponerle la mano encima. Era una de las primeras veces que se utilizaba en España el sistema Da Vinci de cirugía robotizada diseñado por la NASA. En este caso, el doctor Villavicencio asistió a su paciente «cómodamente sentado ante una consola ergonómica, semejante a una máquina recreativa, a un par de metros de la mesa quirúrgica, manejando los movimientos de cuatro brazos robóticos, cuyas varillas se introducen a través de orificios de apenas ocho milímetros», según recogía la crónica del acontecimientos publicada por el diario *El País*. Anestesista, ayudante e instrumentista trabajan en sus puestos habituales, y observan por un monitor los detalles de la intervención.

Este tipo de aparatos, en realidad, no tienen la finalidad de servir como sustitutos del cirujano. Más bien son una extensión virtual de las manos, los ojos y los brazos de éste. En los casos de operaciones de próstata, el robot traduce los impulsos de la mano y los dedos del médico (realizados sobre una consola de mandos similares en el tacto a los instrumentos quirúrgicos) en movimientos suaves y precisos sobre la piel del enfermo. De este modo, se han podido realizar varios tipos de intervenciones seguras, incluyendo prostatectomías (extirpaciones totales de la próstata).

El artilugio en cuestión fue diseñado por la NASA (la agencia norteamericana del espacio) para poder realizar operaciones a distancia a posibles astronautas heridos o enfermos. Entre el conjunto de aparatos con los que cuenta, destacan las dos cámaras de alta resolución que permiten al cirujano tener un campo visual en tres dimensiones y ampliado de la zona de intervención. De hecho, la posibilidad de ver los órganos y tejidos en tres dimensiones es la principal virtud de este sistema. A distancia, el cirujano no puede operar con el tacto. Sus movimientos son fría y asépticamente recogidos por mandos de acción que carecen del tacto y la textura del cuerpo del paciente. Rugosidades, protuberancias, temperaturas, endurecimientos o blandeces, esas increíbles armas intuitivas que el buen cirujano llega a desplegar sobre la mesa de operaciones, aquí pierden la razón de ser, desaparecen. En el entorno de la cirugía virtual, manda la información digitalizada: la definición y precisión de las imágenes

en tres dimensiones suple en parte al sentido del tacto. Lo que antes se palpaba, hoy basta con verlo.

Otra de las diferencias fundamentales entre la cirugía virtual y la convencional es que en la primera, el cirujano opera, literalmente, con los pies. En el caso del sistema Da Vinci, el médico maneja las cámaras mediante unos pedales mientras usa las manos para accionar con las manos los brazos robóticos que, a sus órdenes, podrán separar y cortar tejidos, coagular vasos mediante la emisión de corrientes eléctricas y extraer muestras.

Los beneficios clínicos del uso de estas tecnologías son indiscutibles: las operaciones de próstata se pueden acortar a unas dos horas y tanto la pérdida de sangre como el riesgo de infecciones son mínimos. La estancia hospitalaria se reduce a poco más de 24 horas y la recuperación posoperatoria también es más rápida. Y un aspecto importante tratándose de cáncer: algunos estudios indican que con el robot el margen positivo del tumor residual es muy inferior (9 %), respecto al promedio de la laparoscopia (20 %). También reduce la posibilidad de que el paciente sufra impotencia por afectación de los nervios eréctiles o causarle incontinencia.

Pero más allá de la revolución de los datos médicos, está la auténtica revolución psicológica que supone para los profesionales de la medicina afrontar el problema quirúrgico desde una nueva perspectiva. La cirugía sin tocar al paciente es, sin duda, un salto al vacío similar al que fue la anestesia o la asepsia en su momento. ¿Cuántos conceptos, cuántas estructuras mentales, cuántos protocolos no habrán de ser revisados por el simple hecho de que, ahora, el tacto ha dejado de ser un valor añadido en todos los casos?

Porque ¿se han parado a pensar alguna vez en la importancia del tacto para la medicina? Permítanme en este punto una pequeña digresión, sí, es una «batallita del abuelo», pero me apetece contársela y, en todo caso, siempre les queda la opción de pasar de página.

En 1996 durante un viaje a la India, en el Estado de Karnataka, caí presa de unas fiebres víricas que me obligaron a permanecer en cama mientras mis compañeros de viaje continuaban el trabajo de campo. Fueron sólo tres días de convalecencia largos como abismos, entre delirios y miedos. Durante aquel tiempo, uno de los asistentes

del campamento en el que nos encontrábamos, de la ONG Ayuda en Acción, no dejaba de entrar en mi cuarto, dejarme un cuenco de arroz y cilantro, y tocarme la frente. Al recuperarme, caí en la cuenta de que aquel hombre de unos 45 años, indio cristiano y de manos arrugadas, había sido el único varón que me había tocado la frente con tanta ternura después de mi padre, cuando, de niño, practicaba ese infalible método paterno-filial de medición de la temperatura corporal. Y puede que fuera por eso, puede que simplemente como consecuencia de la debilidad acumulada y el efecto de la profilaxis contra la malaria, el caso es que me conmovió hasta el punto de no poder despedirme de él sin derramar unas lágrimas sobre el tórrido suelo de su casa. Su mano no sólo era una herramienta de diagnóstico, era un seguro de vida. Aquel hombre estaba conmigo, le preocupaba mi salud, me ayudaría. A ese tiarrón de 45 años le preocupaba mi fiebre como si fuera mi médico o mi padre, pero no era ninguna de las dos cosas. Simplemente, era un buen amigo.

El tacto está en la base de la historia de la medicina. Todos lo sabemos incluso cuando somos unos tiernos infantes. De niños, cuando jugamos a ser médicos lo primero que hacemos es coger la muñeca de nuestro pequeño paciente y simular que miramos un reloj para tomarle el pulso.

En el siglo II a. de C., las crónicas de la antigua medicina tradicional china están preñadas de casos en los que el enfermo suplica al médico que acuda a su casa para tomarle el pulso. El acto de tocar al paciente, casi reflejo, es incluso anterior al de interrogarle sobre los síntomas o indagar entre sus familiares en busca de información valiosa para el diagnóstico. Los médicos tradicionales chinos de la época precristiana eran conscientes de que la medicina consistía en un sutil juego de sentidos. El historiador Shigehisa Kuriyama lo narra de manera magistral en su obra *The expressiveness of the body* (*La expresividad del cuerpo*), 1999:

«Al principio, los médicos chinos conocieron tres modos de establecer la condición física de una persona: mirar (wang); escuchar, oler y preguntar (wen) y tocar (quie). En la práctica, su actividad se centraba sobre todo en el quiemo (la palpitación de los mo)».

El legado de la medicina tradicional china nos deja centenares de obras sobre el modo de captar táctilmente esa palpitación, pero muy pocas sobre el uso de la vista o el olfato.

No le va a la zaga la tradición médica occidental. Ya el griego Galeno escribió siete tratados sobre el pulso, tema importante y recurrente a lo largo de la historia de esta disciplina del saber y de la técnica que es la medicina. No en vano, el pulso ha sido calificado como «el lenguaje con el que la naturaleza se comunica con el médico».

El descubrimiento de que tocando las muñecas de las personas se podrían conocer secretos sorprendentes sobre su salud no sólo debió de ser una revelación fascinante para los médicos chinos y griegos, sino que supuso una especie de piedra fundacional de la diagnosis. Desde entonces, ninguna época ha dejado de tener su versión del doctor poniendo los dedos en el envés de la muñeca de un paciente, desde la Edad Media hasta nuestros días. Y, de ese modo, el tacto ha sido en Occidente también un valor fundamental.

Pero ahora empezamos a conocer mejor que nunca que el tacto no sólo es una potente herramienta diagnóstica, sino que resulta ser un eficaz medicamento. Los efectos de ser tocado, el poder de las caricias sobre nuestro cerebro van algo más allá de generar una simple experiencia placentera. Un grupo de investigadores del Instituto de Neurociencia y Fisiología de la Universidad de Gotemburgo, en Suecia, lo ha demostrado recientemente. Mediante resonancia magnética se midió el flujo sanguíneo en el cerebro de un grupo de voluntarios mientras se les acariciaba con un cepillo suave. Se aplicaron diferentes velocidades en la caricia. El cerebro reaccionó con mayor intensidad a los masajes lentos. Pero, curiosamente, la actividad neuronal era similar si los sujetos sólo veían un vídeo en el que alguien acariciaba a otra persona. Observar las caricias de otro también va cargado de información emocional que nos activa.

El contacto táctil es de vital importancia para los seres humanos. Necesitamos tocarnos y que nos toquen. Pero ¿por qué? Un estudio con 49 mujeres diestras realizado en el University College de Londres en 2013 puede darnos la respuesta. Se les planteó el juego de la «ilusión de la mano de goma». Un truco abracadabrante que consiste en hacer creer a una persona que una de sus manos es de

otro individuo. Merece la pena detenerse en el origen de este fascinante experimento. Todo parece haber empezado en una inocente reunión de amigos. En 1988, un científico de la Universidad de Pittsburgh llamado Matthew Botvinick asistió a una fiesta de disfraces de Halloween. La anfitriona se había enfundado una mano de goma. En medio del fragor etílico de la velada, a Matthew se le ocurrió un juego. Un voluntario se situaba detrás de un biombo. Metía una de sus manos a través de la pantalla, pero al otro lado sólo veía la mano falsa de goma en el lugar que debía ocupar la suya. Después, Matthew acariciaba simultáneamente la mano real (que estaba tapada) y la de goma (que estaba a la vista). Tras varios intentos cada voluntario terminaba sintiendo la mano de goma como propia. Se había logrado engañar al cerebro para que la visión de una caricia en la mano falsa generara una sensación placentera en la verdadera. ¡La visión de una caricia se adueña del sentido del tacto!

Usando este truco, los investigadores del University College que antes hemos mencionado acariciaron manos derechas de goma delante de 49 mujeres diestras con un cepillo de pelo natural y grosor número 7 para descubrir que cuanto más lentas eran las caricias, más real parecía la ilusión del tacto. Si la caricia recorría la mano falsa a 3 centímetros por segundo, el cerebro de las mujeres reaccionaba igual que si las estuvieran tocando de verdad. Si la velocidad superaba los 18 centímetros por segundo, la ilusión se desvanecía. De alguna manera, el sentido del tacto está relacionado con la conciencia que tenemos de nosotros mismos, con nuestra propia identidad. Construimos nuestra propia imagen a partir de señales táctiles que el mundo que nos rodea nos envía. Quizás por eso los niños a los que más se les acaricia cuando son bebés se desarrollan de manera más feliz y equilibrada.

El experimento de la mano de goma deja otro dato aún más sorprendente. ¿Qué pasa con la mano real de los voluntarios mientras sienten como propia la mano falsa? ¿La sentirán también? ¿Notan, entonces, que tienen tres manos? Agárrense para leer la respuesta. Científicos de la Universidad de Oxford midieron la actividad de esa mano «desposeída» y detectaron que mientras el voluntario nota como real la mano de goma, su mano de verdad se enfría y reacciona más despacio a los estímulos. Es como si el

cerebro empezara a olvidar esa parte del cuerpo.

Es tan potente la relación entre el tacto y el resto de las funciones del organismo que sabemos que se puede aliviar el dolor con las manos. Y no estoy hablando de prácticas pseudocientíficas de imposición de manos. Se trata de una constatación de la medicina. Las caricias ofrecidas por la madre durante los primeros meses de vida del bebé ayudan a un mejor desarrollo general del retoño. Bajo nuestra piel existen receptores neuronales que se activan al contacto con otra piel y que secretan moléculas como las interleuquinas y la llamada sustancia P, relacionadas con el alivio de los dolores. Un estudio de la Universidad de Duke en Estados Unidos sugirió que el aumento de interleuquina-10 en las primeras fases del desarrollo prepara mejor el cerebro para resistir la tentación de las adicciones. Muchas caricias maternales y paternales de pequeño podrían ayudar a criar hijos menos propensos al consumo de drogas o de alcohol. Otra investigación con ratones ha descubierto que se pueden usar sustancias químicas para imitar la secreción de las mismas moléculas que se activan cuando nos acarician. Quizás sea ésta la base de futuras terapias que alivien el dolor creando la ilusión de que una mano nos está tocando placenteramente.

Pero cuanto más sabemos sobre los prodigios del tacto, más prescindible nos parece. La nueva cirugía a distancia, la realidad virtual, las pantallas táctiles o la biometría nos abren una ventana a un mundo en el que tocar piel con piel dejará de ser necesario.

El futuro de la cirugía nos propone, por ejemplo, adentrarnos en un terreno en el que el tacto puede dejar de ser útil. En definitiva, puede que nos hallemos ante el primer momento en la historia de la medicina en el que se propone una separación física efectiva entre médico y paciente como estrategia a seguir.

¿Cuán separados?

En 2006, un equipo de astronautas y buzos se embarcó en una curiosa aventura para dar respuesta a esta pregunta. La misión: caminar por el fondo del océano simulando un paseo espacial y someterse a un simulacro de operación quirúrgica dirigido desde la superficie (seco y a buen recaudo) por un médico que utilizaría sistemas de telerrobótica. La experiencia fue fascinante. Una tripulación de seis «acuanautas» vivió 18 días en el laboratorio

submarino Aquarius, a 20 metros de profundidad bajo Cayo Largo (Florida), dentro del programa de la NASA NEEMO 9 (Nasa, Extreme Environment Mission Operations).

El objetivo primario no era otro que perfeccionar los protocolos de actuación durante las exploraciones espaciales, pero, entre las pruebas establecidas, una llamaba poderosamente la atención: el ensamblaje y puesta en marcha de un robot cirujano capaz de realizar pequeñas intervenciones como la cura de heridas o la inmovilización de fracturas remotamente a través de una conexión a Internet.

El médico canadiense Mehran Anvari, veterano pionero de la telemedicina, condujo un simulacro de sutura sentado delante de su ordenador en la ciudad canadiense de Hamilton (Ontario). El supuesto paciente era, en realidad, un simulador de los que se utilizan en las facultades de medicina, de goma y látex, al que hubo que practicarle una cura para detener la hemorragia producida por un accidente.

Algún día, estas experiencias serán cotidianas. No está muy lejos la era en la que los viajes tripulados a la Luna y quizás a Marte sean habituales. En esas condiciones, se hace imprescindible empezar a pensar en sistemas de asistencia sanitaria que puedan trascender las fronteras del espacio de nuestro pequeño planeta. La telemedicina puede ser la solución: los médicos desde la Tierra, conectados a una potente red informática, podrían manipular robots cirujanos depositados permanentemente en Marte.

La distancia entre médico y paciente en estos casos es tal que los primeros tienen que someterse a toda una provocación para sus protocolos. Desde que el doctor en Ontario envía una orden al robot y éste la recibe, transcurren al menos 2 segundos. El cirujano ha de hacer un verdadero esfuerzo de concentración para adelantarse todo lo posible a este lapso. Dos segundos, en algunos casos, puede suponer la frontera entre la vida y la muerte.

«Debes acostumbrarte a trabajar con ese lapso —advirtió Anvar —, predecir dónde va a acabar posándose el brazo del robot dentro de dos segundos».

Pero eso no es nada comparado con los 12 minutos de lapso que se producirían en una hipotética misión a Marte. Plantearse siquiera la posibilidad de que un médico, acostumbrado al frenesí de las

salas de urgencias, al inmediato efecto de la adrenalina inyectada sobre las constantes de su paciente agonizante, a la rapidez con la que se sutura una herida o se tapona una hemorragia, tenga que esperar más de diez minutos entre que toma una decisión, realiza un acto y éste es aplicado al enfermo, supone un auténtico salto al vacío en la comunidad médica. Es, probablemente, el mayor cambio de mentalidad sucedido en la historia de la medicina.

Y es algo en lo que se debe empezar a pensar ya. En la actualidad, una tripulación de tres personas habita permanentemente la Estación Espacial Internacional (ISS) en turnos de 6 meses. Alojados en condiciones precarias a unos 400 kilómetros de distancia de la Tierra, estos hombres y mujeres están sometidos a los mismos riesgos sanitarios que sus congéneres que pisamos el suelo, más los propios de su condición de habitantes de un mundo en microgravedad. En el caso de una emergencia grave, cualquiera de ellos podría utilizar la cápsula Soyuz atracada en la estación para regresar a la Tierra en busca de ayuda médica.

En la actualidad, la NASA está replanteándose el envío de tripulaciones humanas a la Luna y a Marte. Se planea que estas misiones cuenten con un equipo de seis miembros entre los que no se piensa que acuda ningún médico. Esa es la razón por la que los especialistas en exploración espacial están tan interesados en desarrollar al máximo las tecnologías de telemedicina como la del proyecto Aquarius.

En realidad, no se trata de una experiencia absolutamente pionera. El mismo doctor Anvari que ha participado en Aquarius, ya practicó en 2003 la primera operación remota de hospital a hospital. El cirujano realizó una intervención laparoscópica en el esófago de una mujer de 66 años que se encontraba a 500 kilómetros de distancia. Sentado ante una pantalla de televisión, Anvari movía las manos ante una consola como si en realidad estuviera realizando la operación *in situ*. Un sistema de realidad virtual recogía sus movimientos y los trasladaba a los brazos de un robot situado sobre el cuerpo de la paciente. Por supuesto, junto a ella había un equipo médico preparado para actuar en caso de necesidad.

El avance de la medicina a distancia nos enfrenta a retos que todavía no es fácil calibrar. En realidad, no se trata sólo de un hito

para la exploración espacial; es toda una revolución en la concepción de la atención sanitaria en la Tierra. Hasta ahora, los nudos de todo sistema de salud, los centros fundacionales de los que irradia la atención universal son los hospitales, es un espacio físico al que hay que proveer de medios, infraestructuras, servicios, accesos. Las grandes ciudades cuentan con los hospitales como piedra de toque de su desarrollo urbanístico, las carreras de miles de médicos dependen del buen funcionamiento de la red hospitalaria, la calidad de vida de millones de personas puede calibrarse en términos de cercanía de un gran centro sanitario. El hospital es la catedral de la medicina moderna. Pero, al igual que las impresionantes bóvedas y los avejentados portales de una catedral románica, puede que los hospitales hayan conocido ya la tecnología que les va a robar su posición totémica. ¿Es posible plantearse un futuro sanitario sin ellos? Parece evidente que la pregunta es, hoy por hoy, improcedente. Pero, al menos, nadie discute que la atención que desde ellos se preste ya no se limitará nunca a un área geográfica determinada. La telemedicina ha llegado para quedarse y nos obligará, sin duda, a cambiar nuestra forma de entender la atención sanitaria si no queremos quedarnos amarrados como atrabiliarios abuelillos a nuestro sistema tan odiado y querido.

Bien, todo esto está muy bien. Pero a los pacientes de toda la vida, a los mortales que nos vemos obligados a pasar alguna que otra vez por el quirófano, a someternos a pruebas diagnósticas desagradables, a sufrir los dolores de una cura… ¿qué nos puede ofrecer la presencia, al otro lado de la sábana de la camilla, de una frías y cableadas manos de robot? Nos cuesta sincerarnos con nuestro médico de familia cuando nuestro mal afecta a partes secretas de la intimidad, nos cuesta desnudarnos, ser palpados, abiertos, violados, cauterizados por un humano. ¿Va a ser necesariamente distinto con una máquina? Si queremos que los avances en la telemedicina y la medicina robótica realmente supongan un hito en las sociedades futuras, no debemos convencer sólo a los médicos (que ya empiezan a estarlo) ni a las autoridades sanitarias (que se convencerán cuando la cuenta de resultados del sistema médico sea aún más beneficiosa gracias a la robotización de la atención). El principal sujeto a convencer es el paciente, el

hombre, la mujer, el niño que van a poner su tranquilidad, su sosiego, su confianza y su vida en manos de un chip.

La relación de los pacientes con las nuevas tecnologías es todavía más temerosa y conservadora que la de los médicos. Sucedió con las vacunas, con la anestesia, con la farmacopea química, con la genética, con la asepsia… y sucederá, a buen seguro, con la telemedicina. Será, por lo tanto, necesario convencernos a nosotros mismos de que un robot puede ser frío, metálico, tener los cables retorcidos y parecemos demasiado autónomo…, pero es bueno para nosotros. ¿Por qué?

En primer lugar, porque seguro que es más preciso y exacto que las manos de un humano. El desarrollo de la robótica a nivel industrial es todavía incipiente, pero aun así se han realizado espectaculares avances en algunas tareas concretas. Sí, es cierto que no se ha inventado el robot que sea capaz de subir escaleras con destreza, lo cual sitúa a la especie robótica en unos niveles de incompetencia bastante preocupantes. Pero en otras habilidades han llegado a superarnos. No pensemos, pues, en los robots como una entidad genérica única. Pensemos en el tipo de robot que será necesario para cada acción, en el pedazo de máquina que tendremos delante de nosotros cuando nos vayan a teleextirpar el apéndice.

Uno de los terrenos en los que mejor se ha desarrollado la tecnología robótica es en la motricidad fina, en la destreza de los movimientos a escalas microscópicas. En esta área, la pericia de ciertos robots no sólo puede llegar a equipararse a la de la mano humana, sino que la mejora, permitiendo soñar con acciones quirúrgicas que ahora están vetadas a nuestros dedos gruesos y amartillados.

El sistema Steady Hand Robot, por ejemplo, es un complemento perfecto para la mano del médico. Se trata de un aparato altamente manejable al que se le ha acoplado instrumentación de microcirugía. A través de un microscopio, el cirujano puede ver el campo quirúrgico y manipular fuera del cuerpo del paciente los instrumentos necesarios: la máquina se encarga de asegurarse de que los cortes y desplazamientos se realicen en el lugar adecuado y con la intensidad exacta y puede corregir incluso los posibles errores del doctor. En las intervenciones a escala micro el pulso del cirujano es vital. Incluso el médico con la mano más serena puede

sufrir un ligero temblor que arruine una operación. En estos casos, la asistencia de robots a distancia suple las carencias de la mano humana. Muchas de estas máquinas llevan un software especial diseñado a base de algoritmos que compensan el temblor.

Otra de las pequeñas imperfecciones de la mano humana es la sensibilidad táctil. Casi nadie es capaz de identificar un objeto con el tacto si éste pesa menos de un par de gramos. En las salas de operaciones, los cirujanos deben a menudo coser, taladrar o retirar membranas cuyo espesor y peso está por debajo del umbral de percepción táctil. Los robots cirujanos incorporan, sin embargo, sistemas automáticos para ampliar la fuerza de la acción de la mano cuando sea necesario dos o tres veces por encima de la intensidad natural.

Las pruebas más prometedoras realizadas con este tipo de herramientas son las que permiten operar en espacios tan delicados y reducidos como el oído interno. Allí, en un círculo más pequeño que una moneda de 10 céntimos, el cirujano ha de introducir sus instrumentos, retirar tejidos que obstaculizan la visión y cortar o depositar implantes. Demasiado para un ojo y unos dedos por mucho que sean de *Homo sapiens*.

Otros investigadores están avanzando en el uso de máquinas robotizadas para la asistencia en casos de cirugía percutánea. Convencionalmente, la cirugía percutánea consiste en la introducción de instrumental muy fino a través de la piel por orificios que miden poco menos que una pulgada. Gracias a la ayuda de imágenes de ultrasonido o escáneres, el médico puede luego manipular los instrumentos sin abrir la piel del paciente.

Un equipo de la Universidad Johns Hopkins de Estados Unidos está empeñado en utilizar aparatos robotizados de cirugía percutánea para curar cánceres de próstata. En concreto, creen que puede ser muy útil para la aplicación de braquiterapia. Ésta es una técnica utilizada para combatir tumores de próstata o de cérvix. Consiste en la introducción de semillas diminutas cargadas con isótopos radiactivos (Yodo 105 y Paladio 123). Se sitúan justo en el centro del nudo tumoral, con lo que la administración del medicamento de radioterapia es directa, rápida, localizada y se produce en las dosis exactas necesarias. En el caso de la próstata, la administración tiene lugar a través de pequeñas sondas que se

introducen a través de la piel del perineo. La utilización de robots cirujanos para este procedimiento tiene un aspecto tremendamente parecido al uso de un videojuego.

Ante la pantalla de un ordenador, el médico teclea las dosis de radiactividad de cada semilla y las coordenadas precisas del lugar en el que deben ser depositadas. Es importante que toda la próstata quede bañada en radioisótopos, pero que éstos no invadan otras regiones como el recto. Con todos esos datos, y el uso de una imagen de la próstata enviada por una sonda rectal de ultrasonidos, la máquina desarrolla un mapa de acción en el que se activan unas alarmas fluorescentes para indicar las dianas. Desde la misma pantalla del ordenador, el médico hace clic en los objetivos y los brazos del robot se encargan de atacar. Un solo botón acciona el brazo robótico para que punce y atraviese el perineo, navegue en busca del objetivo dentro de la próstata y deposite las semillas. Increíble, ¿verdad? La medicina no es un juego, pero el futuro, sin duda, es una mágica montaña rusa.

22

DOCTOR, ¿DESPUÉS DE OPERARME LA CADERA, PODRÉ SEGUIR HACIENDO EL AMOR?

Las secretas leyes físicas de un encuentro sexual

A estas alturas del libro espero haber convencido, al menos a alguien, de que la ciencia no es precisamente aburrida. Pero, como es lógico, me queda una bala en la recámara. La de siempre… o la de casi siempre. Quizás baste con enunciar el título con el que el investigador del University College de Bristol, Shah Ebrahim, llamó mi atención hace unos años: «Los hombres de mediana edad que practican sexo al menos tres veces a la semana tienen la mitad de probabilidades de padecer un ictus o un infarto que los que no lo hacen tanto». ¿Cómo no hincarle el diente a esta noticia y ponerse a investigar algo más?

Ebrahim es ahora profesor honorario de Higiene y Medicina Tropical en Londres, pero ha dedicado buena parte de su carrera a estudiar en profundidad las causas de los ataques cardiacos en hombres y mujeres pasados los 40. Y uno de los motivos que le llevó a realizar el curioso estudio arriba mencionado fue la cantidad de pacientes que le preguntaban angustiados por la posibilidad de sufrir un infarto en medio del acto sexual. Así que reclutó a un equipo de epidemiólogos en Bristol para tratar de aliviar las dudas de sus pacientes. El equipo se dedicó a estudiar los registros clínicos de 3.000 hombres entre 43 y 59 años en la localidad galesa de Caerphilly. Ésta es una forma común de trabajar en epidemiología. Resulta imposible realizar un seguimiento en tiempo real de tanta

gente durante dos décadas (muchos de los científicos que comienzan el estudio tendrían que jubilarse antes de acabarlo). Pero sí se puede analizar el historial clínico de hospitales y centros de salud archivado durante años. Se elige una localidad estándar, un grupo de población ideal y se pide permiso para husmear en los papeles.

En este caso, de los 3.000 ciudadanos investigados, 914 habían declarado alguna vez a sus médicos el tipo de actividad sexual que mantenían. Uno de cada cinco practicaba sexo menos de una vez al mes; uno de cada cuatro, más de dos veces a la semana y el 50 por ciento se encontraba entre estos dos extremos. La sufrida clase media.

Sesenta y cinco individuos del total de la población habían padecido alguna vez un ictus o un infarto, 26 de ellos murieron por esa causa. Al cruzar los datos, los expertos concluyeron que no existía ninguna relación directa entre la práctica del sexo y el riesgo vascular. De hecho, el grupo de personas que más propensión a padecer ictus e infartos presentó fue el de quienes no declararon su frecuencia sexual. Si tuviera que determinarse una tendencia, precisamente era que aquellos que mantenían relaciones al menos tres veces a la semana parecían más protegidos contra la crisis cardiaca y cerebrovascular. Haciendo cálculos, Ebrahim determinó que si, pasados los 50 años, un hombre practica sexo una vez a la semana la probabilidad de sufrir un infarto en la cama es de menos de 1 entre 580.

De hecho, tras ese estudio algunos médicos a los que consulté (no por nada, por mera curiosidad periodística, claro está) confirmaron que la asociación entre la práctica sexual y un infarto es meramente accidental. Las crisis cardiacas suelen ocurrir más frecuentemente de noche que durante el día y la actividad sexual suele producirse más comúnmente también de noche. Quizás ello ha contribuido a generar el temor infundado de que el sexo propicia el mal cardiaco en personas de determinada edad. En realidad, las personas que mantienen una actividad sexual sana y regular presentan una presión sanguínea basal algo más baja, a pesar de que durante el acto el ritmo cardiaco y la presión sanguínea se elevan considerablemente. Entonces podemos dormir tranquilos… o no dormir, como ustedes quieran.

La relación entre la sexualidad y la curiosidad científica es realmente inveterada. Cada uno de los juegos del amor y la pasión está regulado por las leyes de la biología, la física y la química. La hidrodinámica puede explicar el intercambio de fluidos, la termodinámica nos da pistas sobre la variación de las temperaturas corporales, la química subyace en la atracción sentimental y la mecánica de Newton (¡ay, la mecánica de Newton!) cuenta con la ley de la gravedad tan injustamente presente para los varones al llegar a cierta edad.

La mente humana siempre se ha preguntado cómo funciona el cuerpo. El proceso de erección, por ejemplo, ha sido objeto de estudio por los fisiólogos desde hace más de 3.000 años. Aristóteles, sin ir más lejos, andaba intrigado por el modo en el que el aire se acumulaba en el pene para lograr su alzamiento (creían que era aire).

Pero la ciencia o preciencia del coito siempre ha contado con especiales trabas para su desarrollo. En determinadas épocas de la historia, las trabas han sido morales. La observación del cuerpo desnudo no ha sido siempre una actividad fácil hasta el punto de que algunos mitos sobre el funcionamiento real del aparato sexual masculino o femenino han perdurado durante siglos. Durante demasiados siglos. Sin ir más lejos, el último de ellos ha sido derribado hace apenas unos años.

El pene fue identificado casi desde los albores de la investigación sexológica como un órgano que adquiría rigidez casi pétrea durante la penetración. De hecho, muchos estudios físicos de eras precientíficas tratan de encontrar parangón entre el miembro viril y la madera para explicar la erección. Nada más lejos de la realidad. Un reciente estudio realizado en la Universidad de Groninga, en los Países Bajos, demostró que durante el coito el pene no se introduce en la vagina en posición recta, sino que se curva y toma forma similar a la de un bumerán. Y es que este órgano está rodeado de un tejido esponjoso que absorbe la sangre procedente de una basta red de vasos minúsculos en funcionamiento durante la excitación sexual. La presión hidrostática de este fluido mantiene la uretra en posición erecta durante el tiempo en el que los músculos de la base del pene se contraen. La sangre que bombean a la parte inferior del pene sirve para mantener el peso de la punta y desafiar

así la fuerza de gravedad. Vamos, como una manguera flácida que llenamos de agua a presión para endurecerla. Pero la presión ejercida en el interior de los cuerpos esponjosos del pene humano no es tan grande como para evitar que se doble. Contemplando el acto sexual con un aparato de resonancia magnética, los científicos han descubierto cuán flexible puede llegar a ser este órgano en el interior del aparato reproductivo de la mujer. Quizás, más que equipararlo a las propiedades de la madera como hacían los anatomistas medievales, deberíamos buscar referencias en otros materiales como… ¿el corchopán?

Si la sexualidad masculina ha experimentado alguna sorpresa gracias a las imágenes médicas de última generación, la femenina no le va a la zaga. Parece mentira que después de tantos cientos de miles de años observando nuestro propio cuerpo todavía existan partes de él que desconocemos. Disecciones, radiografías, escáneres y TAC no han sido suficientes para trazar al 100 por ciento la forma real de la anatomía humana. Y cuando encontrar un nuevo trozo de piel parecía tan difícil como hallar un continente desconocido en la Tierra, ¡zas!, surge la sorpresa. La doctora australiana Helen O'Connell se convirtió en 1993 en la primera uróloga de su país. Hoy es miembro del Consejo de Dirección del Real Colegio Australiano de Cirujanos, pero ha pasado a la historia por descubrir el verdadero tamaño del clítoris humano. Todo comenzó como consecuencia de una preocupación común en sus consultas. Como uróloga, sabía que los cirujanos prestan mucha atención a los tejidos que tocan durante una extirpación de próstata para evitar dañar la función sexual del paciente. Para ello conocen con cierta precisión qué nervios y vasos sanguíneos no deben seccionar. Pero cuando se realiza una operación pélvica en la mujer las cosas no estaban tan claras y, en la mayoría de los casos, el futuro de la satisfacción sexual después de la intervención quedaba poco menos que en manos del azar. Ningún libro de anatomía describía con precisión la extensión real de los nervios y canales de irrigación del clítoris. Este órgano femenino, aún en el siglo XXI, seguía siendo un misterio.

Así que O'Connell comenzó su propia investigación. Y lo hizo al modo de los anatomistas más clásicos: diseccionando una y otra vez distintos cadáveres y cartografiando al detalle los tejidos que

encontraba. Luego comparó sus dibujos con imágenes de los órganos sexuales femeninos tomadas por resonancia magnética. De ese modo se dio cuenta de que los anatomistas de toda la vida habían ignorado la existencia de tejidos finísimos que forman parte del clítoris. De hecho, algunos de los libros de anatomía más consultados ni siquiera mencionaban la existencia de este órgano. No es extraño. Parte de la historia de la anatomía moderna bebe de las fuentes de los primeros grandes anatomistas de la Inglaterra victoriana. En aquella época el pudor moral impedía estudiar en profundidad el cuerpo de la mujer. Además, la mayoría de los cadáveres que se utilizaban para el estudio eran de presidiarios muertos en la cárcel o ejecutados, la mayoría de ellos, hombres. Existía una terrible escasez de cuerpos femeninos para estudiar. De hecho, el manual de medicina *Anatomía de Gray* (que inspiró el título de la famosa serie televisiva *Anatomía de Grey)* fue escrito en 1858 con una corrección, quizás censura, que borraba el tejido femenino del área correspondiente al clítoris.

La ciencia vivió siglos sin saber (o sin querer saben lo que las mujeres sabían: que tenían clítoris. Y aun así tuvo que llegar la doctora O'Connell para redescubrir el órgano y averiguar que lo que de él se ve no es más que una décima parte de su tamaño real. Como si se tratara de un iceberg, este órgano se compone de una cabeza externa unida a un tejido invisible de entre dos y cuatro centímetros que, a su vez, se despliega en una ramificación de nervios y músculos de hasta nueve centímetros más. Bajo la estructura, se hallan dos cuerpos eréctiles. De manera que el clítoris es mucho más parecido al pene de lo que se creía. Los nervios, los vasos regantes, la arquitectura de los tejidos se asemejan extraordinariamente. Incluso el modo en el que ambos órganos se ensanchan. Aunque el clítoris presenta casi toda su estructura dentro del cuerpo y el pene, fuera.

Y es que la ciencia ha sido terriblemente injusta e ignorante con el cuerpo de la mujer. Una ignorancia que se ha convertido en ocasiones en criminal, cuando se refería a la genitalidad y la capacidad reproductiva de las féminas. Posiblemente, uno de los casos más dramáticos de la lucha contra dicha injusticia sea la triste vida del doctor Ignaz Semmelweis.

Nada más y nada menos que en 1848 (¡sólo hace 167 años!) la

comunidad médica mundial se mofó y vituperó hasta el oprobio a un joven médico especialista en obstetricia que había osado socavar los cimientos del estamento científico con una propuesta ominosa e indignante. La propuesta llegó a manos del doctor Henry Steven Hartmann ese mismo año a modo de carta:

> El joven médico Ignaz Semmelweis, del hospital de obstetricia de Viena, sostiene, en oposición a todas las ideas clínicas de nuestra época, que la fiebre puerperal es consecuencia de la transmisión de las llamadas sustancias infecciosas por las manos de médicos y estudiantes que, después de practicar autopsias, no se las han lavado convenientemente. Semmelweis niega validez a toda la doctrina de nuestra medicina y sostiene la necesidad de la limpieza de manos con agua dorada para ahuyentar la fiebre puerperal en los hospitales.

En aquellas medianías del siglo XIX, a plena máquina el proceso de industrialización del mundo occidental, con la mayoría de las ciencias modernas encarriladas hacia el boom de la razón del siglo XX, un médico húngaro se vio sometido al ostracismo por proponer algo tan simple como lavarse las manos —que acababan de manejar restos cadavéricos— antes de extraer con ellas una criatura del vientre dilatado y sangrante de una mujer.

La asepsia, posiblemente el mayor hito de la historia de la medicina, todavía era un tabú entre médicos acostumbrados a recibir a sus pacientes con la bata ensangrentada del anterior. Es más, la osadía de Semmelweis llegó incluso después de que se produjera el otro gran avance médico: la narcosis anestésica, que se aplicó de manera definitiva por primera vez en 1846.

Los médicos capaces de amputar una pierna sin dolor gracias a las primeras inhalaciones de oxido nitroso no se habían ni siquiera planteado la posibilidad de lavarse las manos antes de proceder a manipular el canal de parto de una mujer que da a luz.

El escritor francés Louis-Ferdinand Céline (1894-1961) dedicó su tesis doctoral a la figura de Semmelweis. Algunos párrafos de la misma son de una conmovedora belleza.

Para Céline, el médico húngaro no poseía ese afán por la verdad pura que anima a los investigadores científicos. «Puede decirse que nunca se habría lanzado por el camino de las investigaciones, de no haberle arrastrado una ardiente piedad por la angustia física y

moral de sus enfermas».

Obsesionado por el sufrimiento humano, escribió en uno de esos días tan raros, en los que pensaba en sí mismo:

> Mi querido Markusovsky, mi buen amigo, mi suave apoyo. Debo confesarle que mi vida fue infernal, que desde siempre la idea de la muerte de mis enfermas me resultó insoportable, sobre todo cuando esa muerte se desliza entre las dos grandes alegrías de la existencia, la de ser joven y la de dar la vida.

Precisamente eso es lo que le ocurría a la mayor parte de los obstetras de la época, demasiado acostumbrados a ver morir de fiebre puerperal a las parturientas, a sus hijos o a ambos.

En otra carta a este camarada, Semmelweis le confiesa:

> No puedo dormir ya. El desesperante sonido de la campanilla que precede al sacerdote portador del viático ha penetrado para siempre en la paz de mi alma. Todos los horrores, de los que diariamente soy impotente testigo, me hacen la vida imposible. No puedo permanecer en la situación actual, donde todo es oscuro, donde lo único categórico es el número de muertos. (Semmelweis, Louis-Ferdinand Céline. 1952)

Dos preguntas martilleaban las sienes del doctor durante décadas: la primera, ¿por qué morían más mujeres en la sala del profesor Klin en el Hospital General de Viena donde él trabajaba que en la del profesor Bartch y sus comadronas, una planta más arriba?

La segunda: ¿por qué una mujer tenía más probabilidades de morir durante el parto en un hospital que si decidía dar a luz en plena calle?

Semmelweis comenzó sospechando que los tactos vaginales de los estudiantes eran menos delicados y provocaban más inflamación, una inflamación fatal que devenía fiebre puerperal.

Sin embargo, al mismo tiempo, y quizás por puro azar, 40 años antes de que Pasteur demostrase la teoría microbiana, el médico empezó a pedir a los estudiantes que se lavasen las manos en lavabos que hubo que instalar ex profeso a la entrada de las salas. Cuando pretendió obligar al propio doctor Klin a hacer lo mismo, fue destituido.

Los siguientes años de su carrera son lo más parecido a un

infierno. Perseguido por sus colegas y por el sentimiento de culpa de haber visto morir a cientos de mujeres entre sus manos, Semmelweis está al borde del colapso. Sólo su amigo Kolletschka, también médico, es capaz de comprenderle y le invita a tomarse un descanso para reflexionar. Tras su regreso al hospital, una vez readmitido, el joven cirujano húngaro sufrirá un segundo mazazo. Kolletschka, su gran apoyo en este mundo, ha muerto. Al parecer, un estudiante poco ducho le había producido un corte en el dedo con un bisturí mientras realizaban una autopsia. El médico no le dio importancia, pero al día siguiente presentó un cuadro de infección masiva: «supuración e inflamación de las glándula linfáticas, de las venas, de la pleura, del peritoneo, del pericardio y de las meninges».

Semmelweis creyó estar leyendo el parte médico de una de sus muchas pacientes muertas. De inmediato, relacionó la muerte de su amigo con los decesos en la sala de partos. Como un suspiro de inspiración que estaba destinado a cambiar la historia de la medicina, en un segundo al que todos los seres humanos vivos desde entonces le tenemos que estar agradecidos, Semmelweis ató cabos. La causa de los fallecimientos puerperales no era otra que el traslado de sustancias infecciosas desde la sala de autopsias hasta el paritorio. El portador de tales agentes era el propio médico a través de sus manos sucias y sanguinolentas. Ésa era la razón de que los partos en plena calle fueran, a veces, más seguros. Y, sobre todo, era el motivo de que en la sala primera del Hospital General de Viena, donde operaban Klin y sus estudiantes, la mortalidad femenina fuera increíblemente mayor que en el paritorio de Bartch. En éste, no había estudiantes que corrieran de la mesa de disecciones a la sala de operaciones, sino comadronas que no habían tocado un cadáver en su vida.

«Desodorar las manos. Todo el problema radica en eso», escribió Semmelweis antes de mandar preparar una solución de cloruro cálcico, con la que el estudiante que hubiese disecado, el mismo día o la víspera, debía lavarse cuidadosamente las manos antes de reconocer a las mujeres.

Más adelante, Semmelweis comprueba que la infección no sólo puede contagiarse de un cadáver a una mujer, sino que una parturienta infectada también puede transmitirla a una sana. «El

último velo cae. La luz se hace. Las manos por su simple contacto pueden ser infectantes», escribe. En adelante, cualquiera que vaya a reconocer a una parturienta deberá lavarse las manos con cloruro cálcico, haya o no realizado una disección en los días previos. El resultado es magnífico. En el mes siguiente la mortalidad por fiebre puerperal cae al 0,23 por cien. Es decir, prácticamente desaparece.

Lejos de ser recibidos por los médicos como merecían, los descubrimientos de Semmelweis desencadenan todas las envidias, todas las vanidades. Se afirma que las estadísticas están manipuladas, que no pueden reproducirse los resultados cuando se intenta repetirlos en otros lugares. Sólo cinco de los profesores y médicos destacados de Viena se muestran partidarios de la teoría de Semmelweis. «Estos grandes burócratas no sólo fueron ciegos, desgraciadamente. Fueron bullangueros y mentirosos a la vez y, además, sobre todo, necios y malvados», recuerda Céline.

En 1856, tras una década de persecución, Ignaz vuelve para ser nombrado director de la Maternidad del hospital vienés. Resentido por diez años de destierro profesional, decide que una de las primeras acciones desde su nuevo cargo sea enviar una «Carta abierta a todos los profesores de obstetricia» con la que rompe su silencio e, imprudentemente, atiza de nuevo los odios.

> ¡Asesinos! llamo yo a todos los que se oponen a las normas que he prescrito para evitar la fiebre puerperal. ¡Contra ellos me levanto como resuelto adversario, tal como debe uno de alzarse contra los partidarios de un crimen!

El final de sus días aparece dramáticamente reseñado en la obra de Céline:

> La reacción contra este panfleto dio lugar a tantas bajezas y tantas vilezas profesionales que parece que incluso se llegó a infectar deliberadamente a parturientas para demostrar la falsedad de las propuestas de Semmelweis. Una hostilidad absoluta se opone a cualquier decisión suya. Sus ideas no son acogidas en el extranjero como esperaba. Poco a poco pierde la lucidez y la razón. Sus escritos, en vez de buscar argumentos técnicos o científicos que corroboren sus teorías, son largas e injuriosas parrafadas contra todos los profesores de obstetricia. En su desesperación llega a pegar por sí mismo pasquines en las paredes de la ciudad advirtiendo a los padres de familia de que no deben consultar con los agentes de la

> muerte, médicos y comadronas. Sus palabras se vuelven incoherentes y sin sentido. Su cuerpo se inclina. Camina tambaleante. Busca tesoros secretos escondidos en las paredes de la casa. La locura se apodera de su alma. Vagabundea por la ciudad entre risas. Tiene alucinaciones que le provocan terrores y violencia. Corre a la calle a perseguir a sus aparecidos. En una de sus crisis, aparece en medio de la sala de disección de la Facultad. Ante los ojos espantados de los alumnos, coge un escalpelo y desgarra los tejidos del cadáver. Escarba con los dedos. Nadie se atreve a detenerle. Con un brusco gesto se corta deliberadamente. Sangra, grita, amenaza. Logran desarmarle. Acaba de infectarse mortalmente. Su agonía durará aún tres semanas, recorriendo todas las fases que él tan bien conocía en sus parturientas: linfangitis, peritonitis, pleuresía, meningitis. Muere el 16 de agosto de 1865. Tenía cuarenta y siete años.

Lo que más estremece de esta historia es, sin duda, la fecha del deceso: 1865. A punto de iniciarse el siglo de la ciencia, un hombre muere loco y solo por no haber podido transmitir al mundo la importancia de la asepsia en los quirófanos antes de tratar el cuerpo desnudo y sangrante de una mujer.

Hoy, afortunadamente, las cosas han cambiado algo. Tanto que prácticamente nada escapa a la ciencia. Ni siquiera algunos aspectos cotidianos que podría parecer ridículo estudiar desde la perspectiva de la matemática. Pero hay quien lo hace. Veamos.

La tercera ley de Newton nos recuerda que toda acción provoca una reacción. Es decir, que todo objeto que aplica una fuerza experimenta una de la misma magnitud en sentido contrario. Es lo que explica, por ejemplo, el efecto de retroceso que se experimenta al disparar un arma o la posibilidad de que un cohete salga disparado hacia arriba como respuesta a la potencia del impulso hacia abajo de sus motores.

¿No será la eyaculación algo parecido? ¿«Disparar» el líquido seminal también genera un retroceso? Por pequeño que sea y si Newton tenía razón, sí. Y si eso es así, si las leyes de la física funcionan desde las escalas más grandes (la expansión de las galaxias) hasta las más pequeñas (el modo en el que cae una gota de rocío de una hoja), también deberían funcionar en la acción-reacción de un coito.

Para analizar la eyaculación desde el punto de vista de la

mecánica newtoniana necesitamos datos. Y no siempre es sencillo encontrarlos. Como si de un problema de física de bachillerato se tratara, es imprescindible conocer las variables, despejar las incógnitas y aplicar fórmulas. Una variable a estudiar es la distancia a la que se dispara un proyectil. En este caso, la distancia que recorre el semen eyaculado. Dejando a un lado disparatadas teorías sobre récords sobrehumanos que recorren Internet, la media de distancia que puede alcanzar el líquido impulsado por la musculatura genital del *Homo sapiens* es de entre 17 y 25 centímetros. Otra variable imprescindible es el peso del objeto eyectado. La cantidad media de semen en cada eyaculación es de entre 3 y 5 mililitros. La física de Newton ya tiene suficientes datos para empezar a averiguar. Una cantidad de líquido así, enviada a unos 20 centímetros de distancia, requiere de una velocidad de salida de unos dos metros por segundo, cerca de 7 kilómetros por hora. Así que el semen sale de nuestro cuerpo a una velocidad algo mayor que una caminata rápida por el parque.

Si continuamos haciendo matemáticas, despejaremos que ese disparo genera un retroceso en un hombre de 70 kilos de unos 0,0003 kilómetros/hora. En la Tierra ese retroceso es absolutamente imperceptible, por supuesto. Si un hombre eyacula hacia abajo (con la punta del pene mirando hacia el centro de la Tierra experimenta un retroceso de cinco micrómetros antes de que la fuerza de gravedad terrestre le devuelva a su posición original. Es decir, en la famosa postura del misionero, los hombres nos elevamos algo así como la quinta parte del grosor de un cabello humano húmedo. ¿No lo han notado?

Pero ¿qué pasaría en el espacio? Allí, sin la compensación de ninguna otra fuerza en sentido contrario, cualquier impulso en una dirección, por pequeño que sea, se mantiene constante. Un astronauta que eyaculara en ausencia total de gravedad empezaría a desplazarse hacia atrás cubriendo un metro cada tres horas. Dentro de una nave de ocho metros, podría desplazarse a base de eyaculaciones entre una y otra pared si tuviera un orgasmo cada 24 horas.

De momento todo esto sigue descansando en el limbo de la teoría. Ninguna agencia espacial del mundo ha reconocido que en alguna de las muchas misiones tripuladas de la historia se haya

producido un encuentro sexual, aunque muchos expertos reconocen que tarde o temprano tendremos que ponerle el cascabel al gato del sexo en microgravedad. Al menos si queremos enviar tripulaciones permanentes a otros mundos como Marte y queremos que nuestra especie se reproduzca allí con normalidad.

En el espacio ingrávido las cosas no son como en la Tierra. Los viajeros espaciales duermen con los pies hacia arriba, la calefacción no hace que el aire caliente se eleve, cuando hervimos agua no salen burbujas y un estornudo puede generar un peligroso retroceso de la cabeza. Y por supuesto, los niños no se tienen igual.

Joseph Tash es un médico de la NASA que ha estudiado cómo sería la fecundación humana en el espacio. El principal problema es que los espermatozoides no se comportan de la misma manera que en tierra firme. La fuerza de la gravedad terrestre es determinante a la hora de explicar la forma y el movimiento de las células sexuales. En el exterior de la atmósfera sabemos a ciencia cierta que forma y movimiento son diferentes, pero no sabemos si afectará tal diferencia a la fecundación de manera positiva o negativa.

En 1988 la Agencia Espacial Europea mandó muestras de esperma humano al espacio y estudió su motilidad. Se descubrió que las células sexuales se movían más rápido en ausencia de gravedad. Tash ha querido comprobar este dato con otros tipos de espermatozoides, por ejemplo de erizos de mar. No es ninguna perversión: los erizos de mar son muy utilizados en la investigación porque generan más espermatozoides en cada eyaculación que la mayoría de los mamíferos y son muy fáciles de extraer.

La maduración del espermatozoide comienza con un proceso que se llama fosforilación de tirosina. Este proceso genera una cascada de acontecimientos que conduce a la generación de una cola potente que se mueve para desplazar la cabeza de la célula sexual hasta su objetivo. Y está compensado por otro agente químico, la fosfatasa, una proteína que detiene el movimiento. En el espacio esta proteína funciona peor. De manera que la cola del espermatozoide se siente más libre para moverse a toda velocidad. Pero no está claro que ese aumento de la velocidad mejore las perspectivas de fecundación en el espacio.

Algunos científicos han argumentado que un espermatozoide es demasiado pequeño para que pueda verse afectado por la gravedad.

Pero en la naturaleza existen células muy pequeñas que «notan» la atracción de la Tierra. Una cabeza de espermatozoide es del tamaño de un estatolito de una planta. Se trata de orgánulos que se mueven dentro del citoplasma de una célula vegetal en función de la fuerza de gravedad. Un tallo tiene que crecer hacia arriba, así es como podrá llevar las hojas y flores hacia donde más luz del Sol puedan recibir. ¿Pero cómo sabe una planta dónde es «arriba» y dónde «abajo»? El movimiento de los estatolitos dentro de la célula (que caen como posos de vino atraídos por la gravedad) parece que sirve de pista para iniciar el crecimiento hacia la dirección contraria. Si los estatolitos se ven afectados por la gravedad, los espermatozoides, que son más grandes, deberían también sufrir consecuencias similares. Así que en el espacio funcionarán de manera diferente que en la Tierra. Aunque la ciencia no ha podido determinar todavía si lo harán mejor o peor.

No cabe duda de que el sexo supone un esfuerzo. Y en este caso me estoy refiriendo sólo a un esfuerzo físico. Cualquier movimiento de nuestra musculatura es, desde el punto de vista de la física, un trabajo. Para realizar cualquier trabajo se requiere consumir energía y, en el caso del movimiento muscular y metabólico, ese consumo de energía genera calor. Al hacer ejercicio consumimos, pues, calorías. Si el sexo es un trabajo, ¿cuántas calorías consume?

Se ha dicho muchas veces que copular adelgaza, así que no hace mucho la prestigiosa revista *New England Journal of Medicine* quiso comprobarlo. El gasto energético de un encuentro sexual se puede obtener de la siguiente manera: primero hay que medir la intensidad del ejercicio. Para ello se utiliza un valor conocido como met (equivalente metabólico) que mide la cantidad de calor disipado por metro cuadrado de piel. El met medio de un ser humano dormido es 0,8. Sentados delante de la tele nuestro met es más o menos 1. Andando llegamos a 3,5 y corriendo podemos superar el 9.

Lo segundo que hay que hacer es multiplicar este valor met por el peso de la persona y el tiempo que dedica a realizar una actividad. Se ha medido el valor met de una persona durante un orgasmo y se acerca al 3,5 de media. Pero es muy variable. Depende de muchos factores: la edad, el tipo de actividad sexual, si se practica el sexo con la pareja habitual o con una pareja esporádica,

etc. Muchos cálculos establecen que el rango está entre 2 met para una actividad sexual convencional con la pareja estable y 6 met para una actividad vigorosa y furtiva.

Si andamos 20 minutos por el parque sin cuestas llegaremos a los 4 met. Jugar al gol nos expone a 5 met. Podar las plantas del jardín a 6.

Cogiendo un valor medio: una persona de unos 60 kilos de peso, con un met sexual de 3 gasta 3,5 kilocalorías por minuto de actividad sexual. La media de duración de un encuentro en la cama es de 6 minutos, con lo que el gasto energético es de 21 kilocalorías. Según la citada revista este valor es aplicable a hombres de 70 kilos en la treintena, pero no dista mucho de lo que consumimos el resto de los mortales sea cual sea nuestro género y nuestra edad.

Pero ya hemos dicho que estar simplemente sentado viendo la televisión también genera consumo calórico. De manera que para saber cuántas calorías perdemos haciendo el amor hay que restarle las que perderíamos si no lo hiciéramos. El resultado: un coito normalito consume 14 kilocalorías. Lo mismo que ganamos si comemos 100 gramos de lechuga cruda. Así que si lo hacemos sólo por adelgazar, no compensa. El sexo no adelgaza.

Otra cosa es lo que ocurra en nuestro cerebro, que según los expertos es nuestro órgano sexual más poderoso. En el año 2011, el trabajo de un científico llamado Barry Komisaruk de la Universidad Rutgers de Nueva Jersey nos ayudó a entender hasta qué punto. Bueno, su trabajo y, sobre todo, el de la investigadora y divulgadora Kayt Sukel, que se prestó a tener un orgasmo dentro de una máquina de resonancia magnética funcional. La tarea no debió de ser fácil, porque estos aparatos son unos fríos y agobiantes cilindros rodeados de científicos y científicas que te miran mientras llevas puesta una incómoda malla en la cara para que las ondas de radio esculpan un modelo a escala de tu cerebro. Todo muy estimulante.

Aun así Kayt entró en el escáner y logró autoestimularse hasta alcanzar el orgasmo. La pantalla del ordenador reveló entonces algunas cuestiones sobre el placer que hasta ese momento eran una incógnita. A Kayt se le activaron 30 áreas diferentes del cerebro desde el momento en que empezó a realizar los primeros movimientos hasta que llegó al clímax. Entre ellas, las más activas fueron las regiones implicadas en el tacto, la memoria, la

recompensa y, ¡ojo!, el dolor.

Cuando se le pidió a la paciente que imaginara un orgasmo, se activaron las mismas áreas, pero a un nivel menor. Sólo hubo una zona del cerebro que recibió más riego sanguíneo durante el orgasmo imaginario que durante el real: el córtex prefrontal.

Del mismo modo, otra área importante del cerebro, el córtex orbitofrontal izquierdo (relacionado con las tareas conscientes), disminuyó considerablemente de actividad. Parece claro que «dejarse llevar», es decir, inhibir en cierta manera la función de algunas áreas de control del cerebro, es fundamental para alcanzar el placer.

A la ciencia de la sexualidad han contribuido muchas disciplinas; por supuesto, la medicina, la psicología, la neurología, la biología… Ya hemos visto que la física de fluidos e incluso la física aeroespacial tienen algo que decir al respecto. Nos queda quizás la aportación en la que nadie quiere pensar: la ingeniería de los materiales.

Si cualquiera de nosotros sufre una fractura de cadera o algún familiar nuestro la padece, probablemente lo último que nos preocupe sea cómo va a afectar el accidente a la vida sexual. Pero tarde o temprano empezaremos a caer en ello. Y posiblemente acudamos al médico a preguntarle: «¿Cuándo podré hacer el amor sin miedo?».

Un equipo del departamento de Cirugía y Ortopedia del Hospital Universitario de Ginebra quiso hace poco ayudar a los doctores a responder a esta más que razonable pregunta. Así que, ni cortos ni perezosos, los investigadores reclutaron a dos voluntarios. Hombre y mujer, de 31 y 26 años, ambos de 1,80 metros de estatura. Él pesaba 80 kilos, ella 69. Y les pidieron que simularan los movimientos propios de varias posturas sexuales dentro de un aparato de resonancia magnética. Sí, últimamente dentro de esos aparatos pasan muchas cosas.

Las imágenes extraídas fueron estudiadas por un equipo de expertos en radiología musculoesquelética. No contentos con eso, los autores del trabajo grabaron también a los voluntarios simulando 12 posturas sexuales habituales mientras portaban sensores de captación del movimiento como los que se usan en el cine para generar efectos especiales en el cuerpo de los actores.

Con todos los datos se produjo una secuencia de presiones y movimientos de la pelvis y el fémur de los voluntarios durante el simulado coito. Era como ver a dos esqueletos haciendo el amor. Aquello sirvió para generar mediante ordenador una simulación muy cercana a la realidad del movimiento que haría una prótesis de cadera en tales circunstancias. Los resultados parecen bastante consistentes. Algunas posturas son seguras tanto para el hombre como para la mujer. Por ejemplo, ella tumbada boca abajo y él abordando por la espalda, la llamada postura del misionero, ambos de pie mientras ella está de espaldas, ella a horcajadas sobre el cuerpo de él o ambos sentados pero no de frente. En todos estos casos, los científicos aseguran que una mujer o un hombre con una prótesis de cadera podrían estar tranquilos.

La mujer, sin embargo, debe tener cuidado con algunas posturas. Especialmente si se pone de espaldas y de rodillas o si hace el amor de perfil abrazando a su pareja con las piernas. El hombre operado debería evitar igualmente el sexo de perfil.

Algunos podrán pensar que este tipo de estudios rozan la frivolidad más inútil. Pero la epidemiología demuestra que este tipo de fracturas empieza a producirse en poblaciones cada vez más jóvenes, sobre todo en países nórdicos, y las necesidades de dar respuesta a estos problemas puede que vayan en aumento. Y además, ¿no es fascinante todo lo que se puede aprender con la simple contemplación de una imagen de resonancia?

23
LA LIGA DE LAS MENTES EXTRAORDINARIAS

La mujer sin miedo, el hombre que odiaba sus piernas y otros casos extraordinarios de locura

Este capítulo no pretende dar miedo. Los protagonistas que en él van a aparecer son seres humanos reales, pero excepcionales. Las cosas que les pasaron no tienen por qué sucedernos a usted o a mí. De hecho, es muy improbable que nos ocurran porque los suyos son casos extremos, únicos, muchos de ellos aún inexplicados por la ciencia. Son las mentes más extraordinarias de las que he tenido noticia en este periplo vital como corresponsal en el mundo de la ciencia. Cerebros que siguen asombrando a los científicos y que a más de un neurólogo afamado aún dejan sin palabras cuando les preguntas sobre ellos. Vamos a conocer a una mujer que nunca tuvo miedo, un hombre que no puede medir el paso del tiempo, otro que es incapaz de reconocer su cuerpo, quizás a una joven que cree vivir dentro de una película.

El órgano pensante humano no deja de seguir siendo un misterio. La década de 1990-2000 fue denominada internacionalmente la Década del Cerebro. Todo empezó porque el Gobierno de Estados Unidos decidió realizar la mayor inversión pública jamás antes efectuada en la investigación neurológica con el objetivo de conocer mejor las enfermedades neurodegenerativas, crear instrumentos más eficaces de estudio de lo que ocurre en nuestra cabeza y entender las razones químicas, biológicas, físicas o traumáticas por las que afloran la locura, el Alzheimer o el

Parkinson.

Como resultado, nuestro conocimiento del trabajo de las neuronas mejoró exponencialmente. Se desarrollaron técnicas de imagen como los escáneres de nueva generación, la tomo-grafía axial computarizada (TAC) o el escáner de emisión de positrones (PET), que permiten observar casi en tiempo real la evolución de una enfermedad neurodegenerativa. Se enterraron algunos mitos seculares sobre el funcionamiento de nuestra mente. Por ejemplo, hasta finales del siglo XX muchos médicos seguían pensando que las neuronas eran las únicas células humanas que no se regeneraban. Por eso cuando perdíamos algunas de los 100.000 millones que tenemos por un accidente, el consumo de drogas o una enfermedad, estábamos produciendo un daño irreparable a nuestro organismo. Hoy sabemos que las neuronas también se regeneran en la vida adulta y por lo tanto un cerebro dañado por la edad o la enfermedad sigue teniendo posibilidades de recuperación. De hecho, nuestras neuronas no dejan de aprender, si las estimulamos, hasta nuestra muerte.

Un fenómeno también revelado en aquella prodigiosa década fue el de la plasticidad neuronal. El sistema nervioso se autoorganiza a lo largo de su desarrollo en función de los estímulos del entorno. Un niño bien alimentado, estimulado, educado, que lee o hace ejercicio tendrá una estructura neuronal más preparada para el esfuerzo cognitivo cuando sea adulto. Un adulto que ha sufrido un infarto cerebral y ha perdido la movilidad de una parte del cuerpo notará que su cerebro se adapta para trabajar más y mejor en la parte del cuerpo que puede mover. La mente es un músculo que podemos malear.

Otra de las ideas muy arraigadas que terminó descartándose en aquella década fue la teoría (que aún hoy ha cuajado en parte de la población) de que utilizamos sólo el 10 por ciento del cerebro.

Esta idea, repetida una y otra vez hasta convertirse casi en certeza, ha servido a los defensores de lo paranormal como base argumental para explicar que algunos seres humanos estén dotados de poderes asombrosos. Sólo aquellos que, en teoría, han sido capaces de desarrollar parte del 90 por ciento del cerebro silente pueden mover objetos con la mente, escuchar pensamientos ajenos, proyectarse al futuro, levitar… Todo un prodigio reservado a unos

pocos.

El origen de la creencia de que sólo usamos el 10 por ciento de la mente es incierto. Probablemente proceda de las primeras discusiones serias sobre la localización funcional de la máquina pensante, a principios del siglo XIX, entre aquellos filósofos y médicos que creían que nuestra mente funciona como un todo y aquellos que buscaban regiones cerebrales especializadas en tareas determinadas. En aquel entorno intelectual, dominado aún por un profundo desconocimiento de la fisiología cerebral, cobraron cierta resonancia las propuestas científicas de Joseph Gall (1757-1828) y Johann Spurzheim (1776-1832), quienes formularon la teoría frenológica del comportamiento. Según sus postulados, el comportamiento humano era un reflejo de la estructura física de la cabeza, de manera que tomando exhaustivas medidas de la frente y del cráneo, creían ser capaces de detectar estados de ánimo, cualidades y enfermedades mentales. Creían que determinados patrones fisiológicos del cerebro, dependientes de estructuras óseas de la cabeza, podrían ser responsables de funciones diferenciadas.

En contra de estas ideas, resaltó la voz de personalidades como Marie-Jean-Pierre Flourens, fisiólogo francés nacido en 1794 y que pasa por ser uno de los padres de la neurología experimental. Flourens recibió en 1825 un encargo personal, nada menos que de Napoleón Bonaparte. En realidad, el emperador se había dirigido a la Academia de las Ciencias de París para encomendar a dicha institución que resolviera el problema de las teorías frenológicas. Gall había adquirido cierta reputación con sus medidas de cráneos y mandíbulas, pero carecía del menor control científico. Sus experimentos no estaban sujetos al método ortodoxo. Sin embargo, los resultados de su trabajo parecían aplastantemente inteligentes. La Academia recibió la orden de poner un poco de sentido común en el proceso: y el elegido fue Flourens. No en vano, este médico reputado había comenzado ya a utilizar cobayas y ratones vivos a los que extirpaba porciones determinadas del cerebro con el fin de observar su comportamiento tras la mutilación. Con estos métodos, más aceptados por la comunidad científica, el francés pudo demostrar por primera vez en la historia que las diferentes divisiones groseras del cerebro son, en realidad, responsables de funciones muy distintas. Capacidades como la motricidad, la

percepción o la reacción refleja podrían ser definitivamente eliminadas suprimiendo las porciones de cerebro correspondientes. En concreto, los trabajos de Flourens obtuvieron espectaculares resultados en la identificación del cerebelo con el equilibrio y la coordinación motora de los animales y del tallo cerebral con funciones vitales como el funcionamiento del sistema nervioso. De ese modo, el autor creyó encontrar una clara relación entre el córtex y las funciones cognitivas superiores, el cerebelo y las funciones motoras, la médula y funciones vitales como la circulación o la respiración. Sin embargo, fue incapaz de detectar relaciones similares entre áreas del cerebro y facultades cognitivas como la memoria o el entendimiento. Puede que sus experimentos no fueran lo suficientemente sensibles a este tipo de relaciones o puede que, sencillamente, no existan. Lo cierto es que Flourens no pudo confirmar (más bien refutó) las tesis localizacionistas de Gall y defendió que, aunque algunas funciones cerebrales se encuentran bien identificadas en partes concretas del órgano pensante, debemos interpretar que éste actúa generalmente como un todo.

Sin embargo, la discusión ha seguido abierta. Entre los siglos XIX y XX, muchos científicos como Hirzig, Broca, Wernicke o Fritsch han defendido la especialización del cerebro a base de compartimentos estancos mientras otros como Karl Spencer Lashley (1890-1958) buscaron con denuedo la constatación de que nuestra mente no se puede compartimentalizar. Lashley creía que funciones como la memoria tienen su base de operaciones repartida por toda la corteza cerebral, sin que pueda determinarse un centro de control específico. Más bien, el correcto funcionamiento de estas habilidades dependería de la cantidad de corteza que se implica en ellas. Para demostrarlo, utilizó ratas de laboratorio a las que adiestró para realizar ejercicios sencillos (como activar palancas o discriminar espacios). Llegó a descubrir que estos animales son capaces de identificar visualmente espacios aunque se les extirpe el 98 por ciento de las vías talamocorticales. En otra prueba, demostró que se podría eliminar hasta el 58 por ciento del córtex cerebral sin afectar a la memoria de las cobayas.

La intención de Lashley era demostrar que las funciones cognitivas son demasiado complejas como para estar localizadas en una pequeña región cerebral y que, más bien, a la hora de ponerlas

en práctica, nuestro cerebro echa mano de recursos repartidos por todo su espacio gris. Sin embargo, una incorrecta interpretación de sus resultados o una exageración torticera de los mismos condujo pronto a la asunción de que, en realidad, sólo se necesitaba una pequeña porción de cerebro para que éste funcionara correctamente. Incluso se llegó a cuantificar: los seres humanos, se dijo, sólo utilizamos el 10 por ciento de nuestras neuronas; el resto es una vasta región todavía por explorar.

La idea ya era de por sí suficientemente atractiva y esotérica como para prender en la fantasía de muchos ciudadanos. Pero, para colmo, contó con la ayuda divulgativa de muchas personalidades. Algunas de gran relumbrón. Se dice que Albert Einstein, quizás de manera sarcástica o quizás simplemente influido por la repercusión de las noticias asombrosas sobre la capacidad encefálica humana, llegó a declarar que había sido capaz de formular sus teorías sobre el cosmos utilizando «algo más» que el 10 por ciento de su cerebro. Aunque esta historia es difícil de confirmar.

Independientemente de sus orígenes, la idea de que utilizamos una minúscula porción de nuestro cerebro y, por lo tanto, algunas personas especialmente dotadas pueden desarrollar superpoderes mentales ha sido un lugar común en los medios de comunicación durante las últimas décadas. E incluso ha dado origen a un éxito de Hollywood en el que Scarlett Johansson interpreta a una supuesta mujer dotada de la prodigiosa facultad de usar todo su cerebro.

En realidad eso no es tan prodigioso: lo hacemos todos constantemente.

Nadie se ha parado a analizar concretamente qué se quiere sugerir cuando se habla de utilizar el 10 por cien. ¿Significa que sólo una de cada 10 neuronas está activada en cada momento? ¿Que sólo uno de cada 10 centímetros cuadrados de superficie cerebral es realmente operativo? ¿Que sólo es útil lo que hace nuestro cerebro uno de cada 10 segundos del día?

El cerebro humano es una herramienta compleja. Es capaz de satisfacer nuestras necesidades en millones de acontecimientos cotidianos, desde lavarnos los dientes a rascarnos una rodilla, pasando por levantar la mano en el momento exacto en el que pasa el autobús que necesitamos parar o reconocer la voz de nuestro hijo entre la barahúnda de chillidos a la salida del colegio. Pero también

se las apaña, en algunos casos, para componer sinfonías, restaurar catedrales o enviar naves espaciales a los confines del sistema solar. Es el centro de control de las emociones humanas, el depósito de las memorias, el procesador de las experiencias, el filtro de los disgustos, el vigía de los actos, el juez de los comportamientos. Y la ciencia, a decir verdad, no sabe cómo se las apaña para hacerlo. Pesa entre 1.300 y 1.600 gramos y si su superficie estuviera extendida ocuparía un área de entre 18.000 y 22.000 centímetros cuadrados (posiblemente no cabría en el suelo de mi cuarto de baño).

Se cree que en su interior alberga entre 22.000 y 100.000 millones de neuronas. La verdad es que el abanico es muy grande, pero hay estudios científicos para todos los gustos. El principal combustible de nuestro órgano pensante es la glucosa. Si deja de recibir alimento durante sólo 10 minutos, empezarán a producirse en él daños irreversibles. Ningún otro órgano del cuerpo tiene una dependencia energética tan urgente.

Esto sucede porque, en realidad, el cerebro es una máquina en funcionamiento casi pleno las 24 horas del día. Lo que no quiere decir que en cada momento de nuestras vidas el 100 por ciento de nuestras neuronas estén trabajando a la vez, pero los neurólogos han podido demostrar que usamos prácticamente la totalidad de nuestro órgano más preciado y, lo que es más importante, lo hacemos prácticamente la totalidad del tiempo.

En el simple acto de levantarse del sofá para servirse un refresco el *Homo sapiens* pone en marcha los lóbulos occipital y parietal, el córtex sensomotor, los ganglios basales, el cerebelo y el lóbulo frontal, por lo menos. Una cascada de descargas neuronales recorre todo el cerebro en los pocos segundos que dura el acto de volcar la botella sobre el vaso con la inclinación correcta, en el momento exacto y con el pulso necesario para no derramar ni una gota.

¿Vive entonces el cerebro a pleno rendimiento? Probablemente no. En realidad ningún músculo del cuerpo se utiliza a plena potencia casi nunca (es incluso dudoso que lo consigan a menudo los atletas de élite), pero sin duda todo el aparato nervioso del órgano intracraneal está a nuestra disposición siempre que lo requerimos. Lo sabemos porque la ciencia nos ha dotado de maravillosas tecnologías capaces de observar el cerebro en

funcionamiento casi en directo. Las tomografías de emisión de positrones (PET), los escáneres, los electroencefalogramas, junto con una batería de tests añadidos, han descubierto que no existe ninguna área del cerebro inactiva, ni siquiera cuando dormimos. Incluso hoy sabemos que, cuando nuestra mente parece quedar prendida de un pensamiento lejano, cuando nos ataca un cansancio adormecedor en medio de una conferencia, cuando nos relajamos pensando aparentemente en nada y nos vamos a la reconfortante región de Babia, el cerebro está trabajando a destajo.

En 1953, un médico llamado Louis Sokoloff tumbó a un universitario de 20 años en una camilla y le puso electrodos en el cuero cabelludo. Durante 60 minutos el voluntario estuvo allí resolviendo problemas aritméticos mientras Sokoloff monitorizaba sus ondas cerebrales y comprobaba los niveles de oxígeno y dióxido de carbono en sangre. El investigador de la Universidad de Pensilvania en Filadelfia intentaba averiguar cuánta energía consume el cerebro durante un pensamiento intenso. Esperaba que el cerebro de su voluntario engullese más oxígeno mientras resolvía problemas, pero lo que vio le sorprendió: no consumía más que cuando descansaba con los ojos cerrados.

Investigaciones como ésta desmontan la creencia popular, en la que todos hemos tenido tentación de creer, de que el cerebro es una especie de máquina en permanente estado de alerta, un ordenador en stand-by con su lucecita roja tenue encendida pero sin gastar electricidad, a la espera de que le demos la orden de ponerse en marcha. Pero esta máquina humana no tiene salvapantallas, desconexión automática ni función de ahorro de energía. Y cada vez se sabe más sobre la impresionante cantidad de actividades que realiza cuando, aparentemente, está en reposo.

Marcus Raichle, neurocientífico de la Universidad de Washington en Saint Louis, cree haber descubierto un sistema principal dentro del cerebro, un órgano dentro de un órgano, escondido durante décadas delante de nuestros ojos. Algunos lo llaman la dinamo neural de la fantasía. Otros le asignan un papel más misterioso: seleccionar los recuerdos y entretejerlos para formar una narración personal. Haga lo que haga, se pone en marcha en cuanto el cerebro no está ocupado en otras cosas.

Inyectando glucosa radiactiva en el cerebro de pacientes

voluntarios y midiendo dónde se acumula, Raichle se dio cuenta de que sus sujetos estudiados se comportaban de un modo extraño: algunas zonas cerebrales parecían iluminarse durante el descanso, pero se apagaban en cuanto la persona empezaba a hacer un ejercicio. Estas zonas, además, no corresponden a una región encefálica concreta, sino que se distribuyen a lo largo de toda una mitad del órgano. Se trata de áreas que generalmente no se relacionan entre sí cuando el individuo está concentrado en una acción, pero que entran en un frenético parloteo cuando la persona descansa o pone la mente en blanco. Las mediciones de actividad metabólica mostraban que algunas partes de esta red devoraban un 30 por ciento más de calorías que cualquier otra área del cerebro.

¿Para qué tanto esfuerzo? Algunos neurocientíficos consideran que ése es el momento en el que el cerebro organiza los recuerdos y las experiencias y fantasea sobre el futuro. Los seres humanos somos máquinas de fantasías y tan importante es para nosotros esta actividad ilusionante que el cerebro se pone a practicarla en cuanto puede, a la menor oportunidad que el resto de sus actividades vitales le dejan libre. Incluso algunas especies de monos han demostrado tener redes neuronales similares que se ponen en marcha en los momentos de descanso. Puede que la fantasía sea una estrategia evolutiva tan importante que requiera la máxima atención del cerebro y el consumo de una buena parte de los recursos de glucosa y oxígeno que atesora el organismo. Y el centro de control de esta arma tan necesaria para sobrevivir sería el que algunos han llamado ya el «cerebro suplente», esa red de neuronas por defecto implicada en el almacenamiento selectivo de las experiencias y en poner al día los recuerdos, basándose en su importancia desde una perspectiva personal, sean éstos buenos, amenazadores, o emocionalmente dolorosos. Para evitar una acumulación de recuerdos pendientes de almacenar, la red reemprende sus tareas siempre que puede charlando constantemente con el hipocampo y devorando enormes cantidades de glucosa, desproporcionadas para la cantidad de oxígeno que usa.

Con semejante papel central, no debería ser sorprendente que la red por defecto estuviera implicada en algunas enfermedades como el Alzheimer, la depresión, el desorden de déficit de atención hiperactivo (ADHD), el autismo y la esquizofrenia. También

desempeña un papel misterioso en víctimas de daño cerebral e infarto que se debaten en el gris limbo del estado de mínima consciencia. Tanto es así que Steven Laureys, neurólogo de la Universidad de Lieja, en Bélgica, está buscando una relación entre la actividad de la red por defecto y el hecho de que algunos pacientes en coma recuperen la consciencia espontáneamente después de mucho tiempo de inactividad. Podría ser que en lugar de tener el cerebro limitado en su uso, en lugar de sufrir las consecuencias de carecer de un 90 por ciento de su actividad (como asegura el mito parapsicológico), estemos empezando a descubrir una riqueza interior que no ha parado de ayudarnos a sobrevivir desde que éramos primates difícilmente diferenciables de nuestros simios primos.

En este entorno tan superespecializado, el mito del 10 por ciento choca con otra aplastante realidad científica. No sólo no mantenemos áreas cerebrales secularmente inactivas, sino que nuestro propio cerebro tiene que echar el freno de vez en cuando. Si todas las neuronas estuvieran generando plena actividad al mismo tiempo, lo más probable es que el resultado fuera un deterioro rapidísimo de nuestro órgano pensante y una catarata de disfunciones mentales. Existen incluso sustancias neurotransmisoras como la llamada GABA (ácido gamma-aminobutírico) encargadas de inhibir en determinados momentos la actividad neuronal. Este tipo de inhibidores son imprescindibles para algunas funciones como el sueño o la recuperación muscular tras un gran esfuerzo. La excitación masiva de las neuronas puede provocar efectos muy indeseados en nuestro cerebro. Por ejemplo, se sabe que está relacionada con males como la epilepsia. Por eso, la naturaleza nos ha dotado de sustancias controladoras que permiten que la actividad no sea demasiado frenética. De algún modo, cuando las neuronas encargadas de las funciones cognitivas necesitan un receso, eso no quiere decir que nuestra mente esté parada: simplemente, se han puesto en funcionamiento otras partes de la maquinaria, tan importantes como la primera. Por ejemplo, los receptores de GABA. Resulta difícil encajar tanta evidencia biofísica con la idea del 10 por cien.

Más aún si tenemos en cuenta que, hasta ahora, sólo hemos hablado de un tipo celular concreto, las neuronas (de las que

existen entre 22.000 y 100.000 millones), pero que no es más que una de las familias de células que tienen la misión de hacer funcionar nuestra mente. Hay otras células, llamadas células gliales, de las que puede haber entre 5 y 50 veces más. Su función es servir de armazón, de malla estructural a la actividad cerebral, limpiar el camino de unión entre los axones de todo tipo de residuos químicos, proteger las terminaciones neuronales y mantener el orden y la composición química en el ambiente extracelular de las neuronas. En otras palabras: son los técnicos de mantenimiento y los jefes de seguridad del entramado cerebral.

Es decir, puede que contemos con 100.000 millones de neuronas y 50 veces más células gliales. ¿Podría realmente el cerebro vivir con sólo un 10 por ciento de esta cantidad? ¿Qué sentido tendría mantener 90.000 millones de células inactivas en el espacio de kilo y medio de una masa encefálica?

La evolución nos da algún argumento más en contra del mito. Si hay algo que nos demuestra que nuestro cerebro está bien «fabricado» es su mera existencia. Al igual que el del gusano de cera, el pez globo o el ñu. Todos son cerebros supervivientes, máquinas perfectamente adaptadas para sobrevivir en la jungla evolutiva de millones de años, aparatos controladores de organismos que han transmitido de generación en generación los mejores genes posibles. Si algo hubiera fallado en ellos, si algún ajuste fino hubiera dejado de producirse, si hubieran nacido con alguna deficiencia que los incapacitara para seguir adelante, habrían terminado sucumbiendo a la presión de la selección natural y desapareciendo junto a sus dueños como ha ocurrido con millones de especies animales a lo largo de la evolución. Parece difícil pensar que un órgano utilizado sólo al 10 por ciento hubiera podido triunfar de tal modo. Sobre todo teniendo en cuenta que el resto del cuerpo ha sido puesto, de algún modo, al servicio de él. Como consumidor masivo de energía, el cerebro condiciona la ingesta de alimento, la conservación de energía, la temperatura corporal, la eliminación de residuos, el flujo de oxígeno… Su posición, su protección ósea, su conexión con el circuito sanguíneo están específicamente diseñadas para sobrevivir. ¿No parece un estúpido derroche de energía mantener toda esta infraestructura para alimentar un cerebro prácticamente inutilizado? Más aún teniendo

en cuenta que los derroches de energía, en el mundo de la evolución de las especies, se pagan caros. Cada caloría extra, cada gramo más de alimento requerido ha de estar perfectamente justificado. Si no es así, el castigo es dejar de ser competitivo ante especies más ahorradoras y eficaces y terminar pasando a formar parte de la millonaria lista de especies extintas.

¿Cuánto habría durado en la sabana primigenia un cerebro a medio gas? Un suspiro: prácticamente lo mismo que dura sin entumecerse una mano atada a la espalda o una pierna que no se usa. Un 90 por ciento de inactividad cerebral habría conducido inexorablemente a un 90 por ciento de deterioro. Tendríamos, por la fuerza de la evolución, un cerebro usado al 100 por ciento pero con un tamaño equivalente al 10 por ciento del que poseemos: algo así como el de una oveja.

No hace falta acudir a la noche evolutiva de los tiempos para entenderlo. Cada vez que un niño nace, se pone a prueba esta máxima biológica de que «lo que no se usa se pierde». Los bebés nacen con prácticamente todo su arsenal neuronal desarrollado, pero no lo han puesto en marcha todavía. Durante los primeros dos o tres años de vida, la misión de su cerebro es activarse todo lo que puede. Las conexiones entre las neuronas, en principio apagadas, van abriéndose camino en un marasmo de sustancias químicas e impulsos eléctricos. Es como una gran red telefónica con miles de millones de aparatos esperando una llamada. El cableado está tendido, pero sólo si un teléfono recibe la llamada correcta podrá considerarse que funciona. Las experiencias de los primeros días y meses de vida son descargas de estímulos que favorecen las «llamadas en cascada». Lo que vemos, oímos, tocamos, olemos, todo lo que ocurre a nuestro alrededor, las primeras palabras, los primeros pasos, el primer dolor, la primera decepción. Cada estímulo genera millones de nuevas conexiones. Si todo sale bien, en mitad de nuestra infancia el tejido neuronal, la red telefónica, estará activada al completo. Por eso es tan importante el cuidado y la estimulación en los primeros años de vida de un bebé. Por eso jugamos con ellos, les damos pelotas de colores, les obligamos a que toquen peluches, les hablamos y cantamos, les educamos tempranamente. Estamos activando su diminuta pero potente red interior.

Es cierto, a pesar de todo, que existen asombrosas historias del poder de la mente. Hay personas que han sufrido la amputación de una parte considerable de su cerebro y mantienen una actividad casi normal, víctimas de accidentes que han visto cómo su cráneo era atravesado por barras de hierro sin producirles apenas disfunciones aparentes. En realidad, el cerebro no se recupera plenamente de estos incidentes, pero tiene una increíble capacidad de adaptación a los cambios sobre todo si es joven. Todo el complejo entramado neuronal puede redistribuirse para atender funciones afectadas por una amputación, como si se recolocara el circuito eléctrico de un edificio para atender salas que han sufrido un apagón repentino.

Incluso en circunstancias normales, algunas personas son capaces de reorganizar el entramado neuronal más o menos a su gusto. Los maestros de yoga más expertos pueden controlar parte de su sistema nervioso autónomo, el grupo de nervios y neuronas que intervienen en la respuesta refleja y que funcionan sin que seamos conscientes de ello (regulan la respiración, la digestión, la circulación de la sangre). Este entramado neuronal se divide en dos sistemas. El sistema nervioso simpático es el que nos prepara para luchar o huir, hace que sintamos prisa y miedos, que suba la tensión arterial, que se acelere la respiración y que las hormonas del estrés invadan el cuerpo. Este sistema se dispara en momentos de gran estrés. Por su lado, el sistema nervioso parasimpático es el que nos hace sentir placer, calma y seguridad, baja la tensión arterial, reduce el ritmo de la respiración y hace que todos los órganos del cuerpo funcionen óptimamente. Cuando la sangre no necesita ser llevada rápidamente a los músculos como preparación para la lucha, puede dirigirse a realizar otras funciones vitales en los sistemas digestivo, reproductor, glandular e inmunología). Ambos sistemas nos han acompañado durante milenios en nuestro devenir evolutivo y sólo algunos congéneres tienen cierta capacidad de regularlo a voluntad. Los maestros de yoga o algunos monjes budistas pueden manipularlo para conseguir bajar el ritmo de sus pulsaciones hasta 30 por segundo (menos de la mitad que una persona sin dicha capacidad). Aplicando estas técnicas en personas con parálisis severas se ha conseguido que puedan controlar sus esfínteres e incluso disfruten de erecciones voluntarias. Pero ni los

maestros de yoga ni los pacientes tetrapléjicos tienen superpoderes ni siquiera han despertado un área dormida de la mente. Porque no existe esa área dormida de las películas.

Y es que la realidad, muchas veces, es más increíble y fascinante que la ficción. Y en lo que se refiere al asombroso mundo del cerebro, aún más. Les prometí al principio de este capítulo que conoceríamos algunos casos realmente increíbles de facultades extremas de la mente humana. Ha llegado el momento.

El doctor Justin Feinstein, neuropsicólogo del Instituto Tecnológico de California, tiene entre sus pacientes uno de los casos más raros de la historia clínica internacional. Se trata de una mujer, cuyo nombre mantiene en secreto, que jamás siente miedo. Ha intentado asustarla de miles de maneras: la ha expuesto a maratones de películas de terror, la ha llevado por sorpresa a espectáculos que ponen los pelos de punta. En una ocasión, fue con ella a una tienda de animales exóticos y los operarios tuvieron que intervenir cuando estaba a punto de acariciar a una tarántula venenosa como si fuera un corderito. La mujer sufre una extraña dolencia llamada enfermedad de Urbach-Wiethe. Hay sólo 300 casos registrados en el mundo. Y surge cuando se produce una mutación en el cromosoma 1. Algunos síntomas son visibles: daños en la piel, abultamientos en los ojos o las manos, pero en sólo 10 casos se ha detectado, además, una malformación en la amígdala cerebral. La amígdala es uno de los fragmentos de cerebro más primitivos y regula las emociones humanas.

Estos 10 individuos dañados por la enfermedad de Urbach-Wiethe expresan correctamente cualquier emoción, menos el miedo. No se sienten amenazados nunca. Podría parecer una virtud. Pero en realidad es un grave problema. Los que lo sufren están permanentemente expuestos a peligros y nunca podrán salvarse a sí mismos de la menor amenaza para sus vidas o su salud.

No es menos abracadabrante el síndrome denominado trastorno de identidad de la integración corporal. Quienes los sufren son personas completamente normales que de repente empiezan a sentir irresistibles deseos de cortarse un miembro de su cuerpo, casi siempre las extremidades. Sienten una angustia horrible porque no interpretan sus brazos o sus piernas como suyos. Creen realmente que pertenecen a otra persona. Dicen los expertos que su

desesperación puede ser similar a la de las personas que nacen con un sexo diferente al que desean. Chloe Jennings es una mujer de 53 años de Estados Unidos que ha llevado al extremo esta apotemnofilia (repugnancia a sus piernas) y se las ha inmovilizado voluntariamente con un arnés para vivir el resto de su vida pegada a una silla de ruedas. En otros casos, los resultados son mas dramáticos y llegan incluso a la amputación.

Derek Amato no sabía tocar el piano, ni siquiera leer música. Hasta que un día cayo de mala manera en la piscina y se dio un golpe supino en la cabeza. Al recuperarse sintió que podría ser músico, se puso ante el piano y empezó a tocar con soltura. Ya ha grabado dos discos y ha aprendido a tocar ocho instrumentos.

La contusión le produjo una leve pérdida de memoria y le restó un 35 por ciento de audición. Pero el efecto secundario más evidente fue el llamado síndrome savant, la adquisición de sorprendentes habilidades artísticas después de un traumatismo. Sólo hay 30 casos documentados en el mundo de personas que mejoran sorprendentemente su capacidad para el arte, las matemáticas o los idiomas después de un golpe. Los neurólogos no saben por que ocurre. Quizás porque cuando una parte del cerebro se deteriora otras se desarrollan exageradamente.

Todos tenemos alguna referencia de la película Forrest Gump. Y resulta que en el mundo existe un personaje como él: que no puede dejar de correr. Es una mujer, Diane Van Deren, una mujer que vive cerca de las Montañas Rocosas, en Colorado. Es una ultramaratoniana profesional no gracias a sus piernas, sino a su cerebro. Cuando era una bebé sufrió un acceso de fiebres muy altas acompañadas de temblores y convulsiones. En la adolescencia comenzó a sufrir ataques epilépticos cada vez más recurrentes. Los médicos observaron una lesión en el lóbulo temporal y decidieron extirparle parte de la zona dañada. Curaron sus ataques pero le arrebataron algo: la capacidad de percibir el espacio y el tiempo y de memorizar conversaciones y rostros.

Desde entonces utiliza post-its para acordarse de cualquier acto cotidiano (desde dónde ha dejado las llaves de casa hasta cómo se llama su marido), pero lo más sorprendente es que no puede calcular cuánto tiempo ha pasado desde que inicia una actividad. Además no siente dolor ni cansancio. Por eso, a sus 50 años es

capaz de correr 482 kilómetros en ocho días sin que su ritmo cardiaco se vea afectado. Correr le hace feliz y le ha ayudado a adaptarse al mundo que le ha tocado vivir. Sólo necesita una cosa: no olvidarse de llevar piedrecitas en los bolsillos cuando sale a correr para marcar el camino de regreso a casa.

No todos los casos tienen final feliz. Eugene Pauly empezó una tarde a vomitar y retorcerse de dolor. Su fiebre comenzó a provocarle delirios y se puso violento. Los médicos dedujeron que había sufrido una encefalitis producida por un virus. La enfermedad le condujo al coma, del que despertó varios días después. Pero el virus había destruido el hipocampo de su cerebro. Como resultado dejó de recordar todo lo ocurrido en los últimos 30 años de vida. Y es incapaz de retener nada de lo que hace. Se levanta por la mañana, se prepara el desayuno y cuando lo acaba vuelve a la cocina a prepararse otro como si no hubiera desayunado. Si viviera solo, sería capaz de desayunar una y otra vez hasta morir. Su enfermedad no tiene cura.

Tampoco la tiene la paramnesia replicativa de Margaret, una joven que sufrió un accidente de tráfico que le cambió la vida. Tras el golpe padeció un breve episodio de amnesia del que creyó haberse recuperado. Pero no era así. Al levantarse de la cama un día sintió algo raro. Empezó a pensar que no vivía en su casa, sino en un escenario. Sí, los muebles eran como los suyos, las cortinas también, y las flores del jardín…, todo estaba exactamente como ella quería. Pero «sabía» que se trataba de decorados que alguien había diseñado para engañarla. Su delirio está causado por un mal funcionamiento de los lóbulos cerebrales que procesan la memoria junto al hipocampo. El deterioro de la relación entre la percepción visual y la memoria hace que estas personas vivan en la sensación de estar en «diferido» y lleguen a pensar toda su vida que se encuentran en el interior de una película de ficción.

La literatura médica está llena de casos como éstos. De personas cuyo cerebro les ha conducido a un estado tan excepcional que el resto de los mortales no podemos ni siquiera entender. Y resulta que estos personajes, tan reales como la vida misma, son un tesoro para la ciencia. Porque sus extrañas mentes pueden albergar secretos aún desconocidos sobre el funcionamiento de las nuestras. Todo lo que ocurre en su interior, sus experiencias extrañas, sus sufrimientos,

sus paranoias son producto de los mismos genes, las mismas células, los mismos tejidos y neurotransmisores que funcionan en nuestro cuerpo. Son también cerebros humanos, configurados de nacimiento o por culpa de una enfermedad de una manera diferente. Como si con las mismas piezas de un puzle pudiéramos confeccionar diferentes imágenes.

Sus mentes pueden dar pistas valiosas a los neurólogos sobre el funcionamiento de las nuestras y sobre las causas que conducen a enfermedades que hoy no tienen cura como el Alzheimer. En el fondo, les debemos mucho a los miembros de la liga de las mentes extraordinarias.

24
DE TRIPAS CORAZÓN

Las emociones humanas se notan en todo el cuerpo

Creo que no me pongo colorado. Puedo atender con cierta tranquilidad peticiones de entrevistas, reuniones con altos ejecutivos o conferencias ante cientos de personas sin que me aflore el color rosado a las mejillas. Al menos aparentemente. Pero confieso que en muchas de esas ocasiones noto mariposas en el estómago y una cálida irradiación de energía interna me sube desde el pecho hasta las sienes. Salvo que alguien que me vea con buenos ojos me desmienta, eso no significa que me ruborice por fuera. Sólo lo hago por dentro.

Es así como se expresan mis emociones, ése es el modo en el que mi cuerpo responde de manera autónoma a lo que mi mente siente. A todos nos pasa, pero no a todos del mismo modo.

El refranero está lleno de referencias a este fenómeno. Sentir mariposas en el estómago, hacer de tripas corazón… Cuando algo te levanta sospechas, «te da en la nariz». Si eres honesto, lo dices «con el corazón en la mano». Una intuición es «un pálpito». Algo moralmente repugnante nos «da náuseas». Si algo te enfada, «estás que ardes».

No cabe duda de que el ser humano siempre ha comprobado que las emociones tienen su correspondiente sensación física. De alguna manera sentimos en el cuerpo cosas que tienen que ver con nuestro estado de ánimo. Las emociones también son materiales. Pero ¿cuánto? ¿Dónde están? ¿Por qué afloran?

Unos científicos sufragados por la Academia de Ciencias de Finlandia han querido responder a estas preguntas y, como resultado, fueron capaces de confeccionar el primer atlas corporal de las emociones humanas, un catálogo sorprendente del lugar que ocupan en nuestro cuerpo la ira, el miedo, el asco, la felicidad, la tristeza, el amor, la envidia, etc. Y, curiosamente, resulta que en todas las culturas, en todas las sociedades y en cada condición, las emociones afloran por los mismos sitios.

Realmente esto, nuevo, nuevo, no es. El mismísimo Charles Darwin ya trató de explicarlo. Cuentan que el naturalista inglés quedó profundamente impresionado por algunos gestos que veía en los indígenas de las tierras que visitaba. La cara de asco que ponían al verle comer carne o las expresiones de enfado, desprecio o vergüenza. «Los jóvenes y los adultos de razas muy distintas, tanto humanos como animales, expresan similares estados mentales con los mismos movimientos», escribió. Así que decidió investigar algo más sobre el asunto. Y nació su libro *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales,* en el que podemos leer párrafos tan ingenuos y deliciosos como éste:

> Si admitimos que nuestros antecesores semihumanos adelantaban sus labios cuando estaban un poco irritados o de mal humor, como hacen actualmente los monos antropoides, nada hay de inexplicable en que nuestros hijos, bajo la influencia de análogas impresiones, nos presenten vestigios de la misma expresión, al mismo tiempo que una tendencia a emitir ciertos sonidos.

Vamos, que nuestros hijos se ponen de morros cuando se enfadan.

O éste:

> En ocasiones el furor pone trabas al funcionamiento del corazón, hasta el punto de que el semblante se torna pálido o lívido. Con frecuencia se vio a individuos atacados de enfermedades del corazón caer muertos a consecuencia de esta emoción poderosa. La respiración es igualmente afectada, el pecho se levanta y las ventanas de la nariz se dilatan y tiemblan. De ahí vienen las expresiones: «respirar la venganza» y «humear de cólera».

Todo un ejemplo de observación sobre la naturaleza física de las emociones. Pero Darwin no contaba con la capacidad de

experimentación de hoy en día. Así que algún detalle debió de escapársele.

Para subsanar la laguna, los citados científicos de Finlandia reclutaron a 701 voluntarios a los que sometieron a una curiosa prueba. Se les mostró una pareja de siluetas humanas sin colorear mientras se les proyectaba una batería de estímulos emocionales: fotografías de rostros felices o tristes, bandas sonoras, fragmentos de películas, palabras, imágenes desagradables o violentas… Luego se les pidió que coloreasen las siluetas con varios colores dependiendo de la intensidad de las emociones que sentían: azul o negro no sentir nada, amarillo y rojo un gran sentimiento. Y se les encargó que pusieran los colores en la zona del cuerpo donde creían haber sentido una determinada emoción.

Los resultados fueron reveladores no sólo por los lugares de la anatomía que se seleccionaron, sino porque prácticamente todos los participantes coincidieron en su mapa. Y eso que se eligió a ciudadanos de diferentes países, lenguas, religiones y sexos.

Las emociones relacionadas con la ira se localizaron principalmente en el pecho y la cabeza. El miedo recorre prácticamente todo el cuerpo, exceptuando las extremidades.

El asco está capitalizado por la boca y la garganta, la ansiedad se agarra al pecho y la satisfacción sólo se pinta en la cabeza.

El orgullo se representa en todo el tronco superior (abdomen, cabeza y brazos). La envidia en los ojos y el corazón. La vergüenza en los ojos y la tripa. La tristeza está muy localizada en los pulmones, la sorpresa en la cara. El amor inunda casi todo el cuerpo, aunque menos que la felicidad, que se pinta por el 100 por cien del organismo. La depresión es un oscuro punto negro entre el corazón y el estómago.

La mayor parte de las emociones generaron algún tipo de expresión en la cara. Quizás porque los cambios de gesto producidos por un estado emocional aumentan la temperatura de la piel. O quizás es por lo contrario: porque la emoción genera cambios de temperatura que nos impulsan a cambiar el gesto.

Pero lo más curioso es que esos cambios de temperatura son sólo aparentes. La mayoría de los sentimientos no produjeron más que mínimas variaciones en el ritmo cardiaco o la temperatura corporal. Aunque nos parezca que nos calentamos cuando estamos enojados,

en realidad no es más que una ilusión.

Los celos no nos ruborizan, pero la sensación interior es similar a la de un volcán ardiendo. Es verdaderamente intrigante la relación entre emociones y anatomía. Porque pareciera que existe un hilo invisible entre la mente y el cuerpo. Un hilo que sabemos que debe de existir, pero no somos capaces de medir.

Cuando tenemos una cita con nuestro ser amado en el parque, caminamos a su encuentro en parte empujados por el latido creciente de nuestro corazón y en parte atenazados por la ansiedad. Físicamente nuestras manos pueden ponerse a sudar ante una entrevista de trabajo y nuestros músculos contracturarse si nos dan una mala noticia. De hecho, se sabe que nuestro sistema de emociones pudo nacer como un modo de preparar el cuerpo para un cambio repentino del estado de las cosas. Nuestra función cardiovascular se activa, el sistema músculo-esquelético se contrae, hormonas específicas de la alerta empiezan a secretarse y el sistema nervioso autónomo se activa. Ocurría cuando a nuestros ancestros se les aproximaba un peligro y el cuerpo debía prepararse para huir o combatir en cuestión de milésimas de segundo.

Pero ahora no necesitamos casi nunca huir de un depredador o cazar para comer. Nuestras emociones básicas son muy distintas, intangibles muchas veces… Aun así siguen generando una contundente reacción física casi como si nos defendiéramos de ellas.

Es curioso, decimos que el amor nos calienta los cascos, pero cuando algo no nos produce emoción alguna, afirmamos que nos deja fríos. ¿Dónde demonios residirá esa conexión entre el mundo emocional y el mundo físico? Mucho me temo que la ciencia aún está lejos de responder a esta pregunta. Porque, aunque las emociones estén tradicionalmente relacionadas con cambios físicos, aún no está claro que esos cambios sean específicos de un sentimiento determinado y, por lo tanto, no podemos realizar un mapa global de las emociones en el cuerpo.

Aunque sí podemos elaborar un atlas geográfico de las emociones universales. Los sentimientos que nos unen como especie, sea cual sea nuestra raza, nuestra condición, nuestra religión… Ese es el trabajo que se ha encargado a sí mismo un psicólogo de la Universidad de Berkeley llamado Daniel Cordaro, otro viajero impenitente como Darwin, que también se ha dejado

fascinar por la asombrosa similitud de las expresiones emocionales humanas.

Desde hace cinco años Cordaro recopila gestos, vídeos, fotografías, sonidos de individuos de países de los cinco continentes. En total ha codificado casi 6.000 expresiones faciales de las que disecciona cada milímetro, mide cada músculo, analiza cada movimiento. Como resultado ha elaborado un catálogo de 30 expresiones y 22 emociones que compartimos todos los ciudadanos del planeta. La lista es la que sigue: diversión, enfado, asombro, aburrimiento, confusión, desprecio, timidez, alegría, triunfo, simpatía, sorpresa, deseo, vergüenza, asco, culpa, alivio, tristeza, miedo, felicidad, interés, dolor y miedo.

El psicólogo ha recorrido el planeta entero buscando lugares en los que alguna de estas emociones no se conozca o en los que haya alguna mas que añadir a la lista. Y lo mas sorprendente es que cree que ha encontrado un lenguaje universal de la emoción, el esperanto que todos hablamos es nuestra emotividad.

En aldeas remotas de Bután que ni siquiera tienen nombres y cuyos habitantes no contabilizan los años que tienen, el lenguaje universal de las emociones también funciona. Cordaro llegó a una de ellas con un equipo reproductor de audio donde emitía sonidos relacionados con emociones procedentes de hombres y mujeres estadounidenses. En el 90 por ciento de los casos, los nativos de la aldea eran capaces de identificar a qué emoción se refería cada sonido.

Si una mujer de ese pueblo recóndito viniera a Occidente, no tendría dificultad para expresar que siente pena, vergüenza o ira, sin saber una palabra de otro idioma que no sea el suyo.

Eso no quiere decir que cada cultura no aporte sus peculiaridades al modo de expresión emocional. Los alemanes tienen una palabra concreta para un sentimiento que en español no sabemos nombrar: la satisfacción sentida por el fracaso de otro se llama en alemán *Shadenfreude.* Los holandeses llaman *uitbuiken* a la necesidad de echarse a descansar después de una comilona; cuando un japonés cree que ha encontrado al amor de su vida, siente *Koi No Yokan.*

Cordaro describe una palabra hallada en Bután que responde quizás a una emoción no universal. Allí llaman *Chogsay* a la

sensación de que existe un yo interior que trasciende el estado emocional del momento, una suerte de conciencia que se mantiene inalterada a pesar de los cambios emotivos. Está en la base del autoconocimiento de los budistas y quizás sea la clave de la capacidad de control emocional que algunas personas muy preparadas pueden ejercer.

El *Chogsay* es precisamente la ausencia de emoción. Algo que supera los límites de la naturaleza humana. ¿O quizás no?

25
NIÑO, NO SEAS PREGUNTÓN

Las 25 preguntas de ciencia que todo padre teme que sus hijos le hagan

Cuando un niño hace una pregunta, sólo hay una cosa peor que ignorarle: contestársela. La curiosidad, de la que dicen que tiene la facultad de matar gatos, hace crecer a los cerebros humanos. Por eso, extinguirla con una respuesta rápida es como apagar la luz de las neuronas. Si su hijo le hace una pregunta complicada, no se la conteste: ayúdele a encontrar la respuesta. Así funciona el cerebro humano. Y así ha funcionado la ciencia.

Los últimos descubrimientos genéticos nos acercan cada vez más a otras especies animales. El 99 por ciento de nuestro ADN es idéntico al de un chimpancé. Pero ellos, nuestros queridos primos en la escala evolutiva, no se hacen preguntas. Nosotros sí. En algún rincón secreto de ese uno por cien diferenciador yace la razón por la que somos primates preguntones. Mentes curiosas. ¿Y si la necesidad de cultura no fuera mas que una pulsión genética? ¿Y si el apetito por saber fuera una estrategia de nuestros genes para mantenernos vivos, del mismo modo que el apetito por comer es un instinto que empuja al oso a salir del confort de su cueva, a moverse y arriesgar su vida, y el apetito sexual es la única manera concebible capaz de hacer que un sapo se decida a esparcir sus genes entre los huevos infertilizados de la hembra? ¿Y si el propio escepticismo no fuera una cualidad suprema de la mente humana, sino una estrategia de supervivencia diseñada en el tiempo en el que compartíamos genes con los animales acuáticos, hace 450

millones de años, pero adaptada a nuestro devenir? Perdimos las agallas para respirar, sí, pero desarrollamos la capacidad de dudar.

Un clásico estudio realizado en el California Institute of Technology, también conocido como Caltech, trató de medir el grado de curiosidad de los estudiantes mediante un escáner cerebral. Se descubrió que la curiosidad tiene forma de U invertida. No nos interesa aquello que ignoramos ni aquello de lo que sabemos demasiado. Los neurólogos descubrieron tres áreas separadas del cerebro que se activan al preguntar: el núcleo caudado izquierdo, la corteza prefrontal y el hipocampo. Cuando deseamos conocer algo, se activan los captadores neuronales de la dopamina, necesitamos saciar el hambre de esa hormona y la saciedad sólo llega cuando la respuesta a nuestras dudas aumenta su secreción. Saber es un placer y puede crear adicción. Cuando decimos que «nos pica» la curiosidad estamos siendo más literales de lo que nos creemos.

Einstein, ese petulante falso modesto que entretuvo sus días en cambiar el mundo para siempre, dijo de sí mismo: «no tengo ningún talento especial, sólo soy un curioso impenitente». Curiosamente, los estudios científicos sobre la curiosidad crecieron durante los años 40 del siglo XX, quizás influidos por estas palabras. Porque el cerebro humano es tan curioso que siente curiosidad sobre cómo funciona la curiosidad. En los años 90 se hicieron famosas las teorías al respecto del profesor de la Universidad Carnegie Mellon George Loewenstein. Para él, la curiosidad surge cuando hay una gran diferencia entre lo que sabemos y lo que deseamos saber. Esa diferencia actúa como una fuente permanente de insatisfacción, como la picadura de un mosquito. ¿Ven? La curiosidad pica y nos rascamos con el conocimiento. De hecho, hoy sabemos que adquirir un conocimiento nuevo activa algunos receptores dopaminergicos del núcleo caudado cerebral. ¿Saben qué otra cosa los activa? El consumo de drogas.

No sólo de pan vive el hombre. El activista que decide iniciar una huelga de hambre recibe una recompensa de dopamina en su cerebro por ello: sus neuronas valoran su compromiso político más que una buena cena. Exactamente igual que un simio puede valorar más el caramelo que le da su cuidador que el deseo de saltar fuera de la jaula y ser libre.

Lo abisalmente atractivo de esta teoría es que convierte nuestra

exclusiva habilidad para preguntar en algo que nos hermana con los animales más primitivos, en lugar de distinguirnos de ellos. La curiosidad intelectual es una emoción. Cuando Higgs sintió curiosidad por saber cómo funciona un bosón, estaba usando los mismos circuitos neuronales simples que usa una rata para buscar la salida de un laberinto. ¿O quizás no?

Nuestra capacidad de hacernos preguntas nos hace poderosos y débiles al mismo tiempo. Nos diferencia del simio inteligente capaz de fabricar herramientas sin preguntarse para qué sirven. Pero nos expone a la fácil manipulación. Quien encuentra los interruptores secretos de nuestra propia curiosidad nos tiene a su merced, como niños a merced del vendedor de chucherías al otro lado del escaparate. Los grandes escritores, los mejores editores de periódicos, los creadores de contenidos virales para YouTube lo saben: una vez la curiosidad nos ha picado, en forma de pregunta sin respuesta, no podemos evitar seguir enganchados a ella hasta encontrar satisfacción.

Dicen que no es más listo el que más respuestas tiene, sino el que mejores preguntas hace. A lo largo de mi carrera profesional como divulgador científico he tenido la oportunidad de estar cerca de gente muy lista porque hacía preguntas muy buenas. Las mejores a veces llegan de los ávidos lectores de las secciones de ciencia de los periódicos (pasé un verano entero tratando de responderlas en el diario *La Razón* cada mañana y muchas de ellas componen este capítulo). Y otras veces, las mejores llegan, por supuesto, de los niños. Son esas preguntas que todo padre desea que le hagan sus hijos… justo hasta el mismo momento en el que se da cuenta de que no tiene ni idea de la respuesta. ¿Les suenan? Aquí hay algunas pistas:

¿De qué color es un espejo?

De un primer vistazo podríamos pensar que un espejo es plateado. Al menos así es como se suele representar en los cuadros, con un sutil brochazo gris plata. Pero en realidad los espejos no son plateados. El color de cualquier objeto depende del modo en que absorbe o refleja la radiación luminosa. Un vestido rojo absorbe todos los colores de la luz excepto el rojo, que es repelido e impacta en nuestro aparato visual. ¿Qué colores absorbe un espejo?

Ninguno. Si está perfectamente pulido, un espejo refleja por igual todos los colores de la radiación lumínica, como un folio en blanco. ¿Deberíamos decir que un espejo es blanco? Me temo que tampoco. Cuando el vestido refleja la luz roja no lo hace de una manera coherente, la dispersa hacia cualquier dirección. Pero el espejo refleja la luz en el mismo ángulo que la recibe. Se llama reflejo especular. Por eso, en lugar de ver un color blanco vemos una imagen reflejada.

Entonces, ¿de qué color es un espejo? Haga la prueba. Coloque uno enfrente de otro para generar esa sensación de túnel de espejos infinitos. Y mire al fondo del túnel. ¡Es verde! Ningún espejo está perfectamente pulido. Todos presentan alguna microscópica imperfección que hace que no puedan reflejar absolutamente toda la luz que reciben. Cada vez que los físicos han medido la reflexión de estas superficies han descubierto que los espejos repelen la luz verde mejor que ninguna otra. Cuando se multiplica su efecto, ese verde de más se acumula en el fondo de la imagen repetida. De manera que, si hay que elegir una respuesta, debemos decir que los espejos son verdes.

¿Cuánto pesa una sombra?

Malas noticias: la luz engorda. Y no me refiero al recibo de la luz, que todos sabemos que tiene últimamente un serio problema de obesidad. Los rayos que recibimos del Sol son energía intangible, pero están compuestos de fotones que tienen masa y «empujan» levemente aquello sobre lo que se posan. En la superficie de la Tierra, cada parche de 6 centímetros cuadrados recibe un empuje de los rayos de sol equivalente a media mil-millonésima de kilo. Aplicado a los mas o menos dos metros cuadrados de piel de nuestro organismo, el dato significa que un día soleado podemos pesar 0,000003 kilos más que uno nublado por culpa del «peso» de la luz. Si se quiere adelgazar, hay que salir de casa solo por las noches porque la luz que entonces se recibe, rebotada por la Luna, pesará menos. Nuestro endocrino no se enfadará si engordamos un poco con luz, pero, a gran escala, el fenómeno puede llegar a notarse. Algunos expertos han calculado el peso de toda la luz que cae en verano sobre una ciudad como Chicago. En un día soleado la urbe pesa 140 kilos más. ¿Habría que pagar mas impuestos

municipales de día que de noche?

Tanto pesa la luz que puede arruinar una misión espacial. Para enviar una nave a Marte, por ejemplo, los ingenieros tienen que calcular la desviación producida por el impacto de los rayos solares sobre ella. Cuando la luz rebota en el fuselaje, la nave puede llegar a variar el rumbo en 1.000 kilómetros: suficiente para no acertar en su objetivo. Sí, los ingenieros de hoy se creen muy listos, pero la idea de que la luz «pesa» ya la advirtió Johannes Kepler en el siglo XVII. Percibió que las colas de los cometas siempre apuntan en dirección contraria a donde está el Sol y pensó que aquello se debía a la presión de los rayos solares. Tenía razón.

De manera que si estamos de pie en la playa recibiendo gustosamente un baño de sol, nuestro cuerpo pesará un poco más; el suelo que nos rodea también. Pero el área que cubre nuestra sombra y que no recibe la presión de los rayos pesa algo menos que el resto. ¿Cuánto menos? El cálculo arroja una cantidad ridícula. Haría falta la sombra unificada de varios millones de seres humanos para obtener el equivalente a medio kilo de peso. J. M. Barrie, el autor de Peter Pan, quizás no supiera mucho de ciencia, pero acertó prodigiosamente en algo. El héroe vestido de fieltro verde tenía una sombra que se podía tocar, pero era «de un material más ligero incluso que una vaharada de humo». ¡Exacto!

¿A qué sabe la sangre humana?

«Es como un filete de ternera un poco duro. No tan tierno como el lechal y sin ningún sabor añadido como pueda tener la carne de ciervo o el cerdo». Así reza la única definición disponible del sabor de nuestro cuerpo. La legó el extraño periodista estadounidense William Seabrook en la primera mitad del siglo XX. Tras años de infructuosa búsqueda de una respuesta (los nativos sudafricanos antropófagos a los que entrevistó no supieron explicárselo) decidió probar él mismo. Obtuvo un trozo de cadera de una víctima de un crimen y la cocinó. Seabrook jura que no lo mató él.

¿Tiene sentido llevar la curiosidad humana a tal extremo? Es la típica pregunta cuya respuesta es imposible de conseguir, al menos de manera legal…, ¿o no?

En parte, todos saboreamos algo humano diariamente. Ingerimos miles de células muertas de nuestra lengua y nuestra boca, restos de

piel microscópicos, mucosidades propias que vuelven a nuestro cuerpo cargadas de bacterias con nuestro «sabor». Y cuando besamos, quizás devoremos un trocito minúsculo del ADN de la otra persona. Suele decirse que somos lo que comemos. En realidad somos a lo que sabemos.

Pero no es ése el sabor al que se refería el oscuro Seabrook. Si hubiese sabido algo de fisiología quizás habría adivinado, sin probarlo, a qué sabía la cadera del pobre finado. La coloración roja de la musculatura de los mamíferos responde a unas proteínas conocidas como mioglobinas. En concreto, a las del llamado grupo hemo, que se encargan de capturar oxígeno para los músculos. El cerdo, el cordero y la ternera albergan entre 2,6 y 8 miligramos de mioglobina por gramo de músculo. La carne humana presenta hasta 20 miligramos. En la escala de carnes del mercado, entre la carne blanca del pollo o la ternera y la roja del buey, el ser humano estaría mas cerca de la segunda. ¿Sería una buena opción consumirla? Dejando de lado los obvios reparos morales, la carne humana es fundamentalmente una fuente de proteína. Cada 400 gramos de músculo aporta unas 1.800 calorías. Todo nuestro cuerpo podría ofrecer unas 77.000 calorías de media. Pero nuestros filetes serían pobres en minerales, en zinc, en vitamina y en omega-3, por ejemplo. Una lluviosa tarde de primavera, cerca de las excavaciones de Atapuerca, Juan Luis Arsuaga me habló del pasado caníbal del *Homo antecessor*. Después de estudiar el valor nutricional de mis propios jamones, creo que hicimos bien domesticando cerdos, plantando lechugas y aprendiendo a pescar.

¿Para qué sirven los pezones de los hombres?

Biológicamente, un pezón tiene una clara razón de ser: servir de herramienta para amamantar a la prole. Así las cosas, que los hombres tengan pezones sólo puede deberse a dos posibles razones; que éstos sirvan para algo más o que los hombres puedan también amamantar. La primera razón no ha sido documentada por la ciencia. Podemos decir que los pezones masculinos no sirven para nada. La segunda razón, por increíble que parezca, sí: los hombres pueden amamantar.

El antropólogo norteamericano Barry Hewlett debió de pensarse más de dos veces si publicaba los resultados de sus estudios sobre

los Aka, un pueblo pigmeo del Centro de África que pasa por ser el que cuenta con los mejores y más abnegados padres del mundo. El reparto de tareas en la crianza de los hijos es casi casi igualitario. Los hombres realizan el 47 por ciento del esfuerzo que requiere cuidar a la prole. Cuidan a los niños mientras las mujeres cazan, los alimentan, les curan, juegan a todas horas con ellos, velan las noches de enfermedad y, en el periodo de lactancia, les dan el pecho. En realidad no los alimentan, simplemente dejan que se calmen con el chupete natural que la evolución nos ha puesto a todos los seres humanos en el torso. Porque del pezón masculino no puede salir alimento alguno, ¿verdad? Entonces, ¿por qué está irrigado con una red de vasos sanguíneos, canales y nervios muy parecida a la de las mujeres?

Desde el punto de vista fisiológico, podemos decir que la culpa de que los hombres tengamos pezones la tienen las mujeres. Todo ser humano es concebido con un paquete exclusivo de 23 pares de cromosomas. Uno de ellos determina el sexo (XX para mujeres, XY para hombres). Los otros 22 fabrican el resto de nuestras características. Pero lo que determina nuestra fisiología son, en realidad, las hormonas. Los genes masculinos nos dotan de un aparato fonador, las hormonas decidirán si nuestra voz es más grave o más aguda. En la fase embrionaria nuestro sexo está indiferenciado. Las hormonas rigen si tenemos vello en la cara, y testículos y pene, o nacemos lampiños, y con ovarios y clítoris. Pero las hormonas no borran los pezones del pecho. En este sentido, un pezón es un vestigio evolutivo que no se ha eliminado porque, aunque no sirve para nada, tampoco hace ningún daño. Posiblemente, si la especie humana empezara a estar amenazada por el aumento de casos de cáncer de mama masculino, la presión de la selección natural haría que nuestros pezones de macho desaparecieran. Como ocurre, por ejemplo, con los ratones. Pero eso no tiene pinta de que vaya a ocurrir en millones de años.

¿Por qué no hay dentífricos con sabor a naranja?

Bueno, realmente sí los hay. Aunque la mayoría de las pastas de dientes que nos llegan al mercado tienen aromas mentolados, neutros o similares a la fresa, algunos preparados para niños se venden con «sabor a naranja». Yo que usted no los probaría. Si

realmente saben a naranja, a naranja de la buena, tienen que ser verdaderamente desagradables. Y es que la evolución no pensó que un día el *Homo sapiens* iba a cepillarse los dientes cada mañana o iba a exprimir naranjas para desayunar y, mucho menos, que podría hacer las dos cosas consecutivamente. Como resultado, tomar una naranja después de la higiene bucal matinal resulta una experiencia horrible. Haga la prueba.

El culpable es el laurisilsulfato sódico, un agente químico que se usa como espumante en la pasta dentífrica. Gracias a él una pequeña cantidad de producto se convierte en esa emulsión blanca que rebosa las comisuras de los labios como si fuéramos perros rabiosos. Se trata de un producto irritante. Si tomáramos demasiado podrían salirnos llagas en la boca. De hecho, algunas personas son alérgicas a él. Pero en las dosis minúsculas en las que se administra sólo produce un efecto: bloquea momentáneamente las membranas externas de las células gustativas. Su influencia es más aguda en las papilas que detectan el dulce y el amargo, aunque no afecta al ácido y el salado.

Como tiene que haber científicos para todo, existe una psicóloga estadounidense que se ha dedicado toda la vida a estudiar este fenómeno. Se llama Linda Bartoshuk y ha descubierto que el dentífrico actúa precisamente contra los componentes básicos del sabor de la naranja: ese toque entre dulce y amargo de la fructosa. De manera que lavarse los dientes después de desayunar no sólo es más higiénico, sino que nos evita el suplicio de notar un sabor extrañamente metálico en la lengua cuando bebemos zumo bajo los efectos del laurisilsulfato. De paso, Bartoshuk nos da algunos consejos para disfrutar mucho más del sabor de nuestras comidas. El primer mordisco de una comida siempre es el que mejor sabe. Después, nuestras papilas se adaptan al sabor. Así que lo mejor es coger pequeños trozos y masticarlos despacio. Es preferible mordisquear el chocolate en lugar de chuparlo. Deje las alcachofas para el final del menú. Esta verdura tiene sustancias químicas que activan los receptores del dulzor. Su efecto dura 15 minutos, durante los cuales todo nos sabe algo más dulce de lo que en realidad es. Buen provecho.

¿Cuánta gente ha muerto a lo largo de la historia?

La respuesta a esta pregunta nos enfrenta a una perturbadora posibilidad: ¿hay más esqueletos humanos pudriéndose bajo tierra que cuerpos vivos vagando sobre ella? Cedo gratuitamente la idea a un buen guionista de series de terror.

Cuando en 2012 la población del planeta superó los 7.000 millones de ciudadanos, algunos medios advirtieron que por primera vez había más gente viva en un momento que toda la que había nacido en la historia. El dato, que sirvió para alertar sobre la superpoblación rampante, era rotundamente falso. El problema es que no es fácil determinar cuánta gente ha vivido desde los albores de la humanidad y, menos aún, decidir desde cuándo empezamos a contar. ¿Qué consideramos «los albores de la humanidad»?

Un grupo llamado Population Reference Bureau de Washington ha hecho los cálculos. Y ha decidido comenzar el censo desde que el *Homo sapiens* se convirtió en la única especie de homínido existente en el cosmos, tras la extinción de los neandertales: hace unos 50.000 años. El problema es que, para espanto de demógrafos, sobre el 99 por ciento del tiempo transcurrido desde entonces no hay datos registrados. Nuestros antepasados no usaban DNI ni pagaban el IBI. Así que la ciencia tiene que hacer estimaciones indirectas. El índice de natalidad global hoy en día ronda los 23 nacimientos por cada 1.000 habitantes. A principios del siglo XX nacía el doble de niños y niñas que hoy. Pero hace 10.000 años la humanidad necesitaba al menos un índice de 80 nacimientos por 1.000 habitantes para sobrevivir. La razón: eran menos longevos y necesitaban reponer más la mano de obra. De hecho, la mayor parte de la población moría antes de llegar a tener hijos. Con el índice de natalidad en la mano la ciencia puede reconstruir las tasas de población en el pasado. En el año 8.000 antes de Cristo caminaban por el mundo 5 millones de personas. En el año 1, la población rondaba los 300 millones. Superamos los 1.000 millones por primera vez en 1850; los 5.000 millones, en 1995. Ahora somos casi 8.000 millones. En total desde que nos convertimos en *Homo sapiens* han vivido unos 107.000 millones de hermanos de especie. Si les restamos los que estamos vivos nos quedan 99.000 millones de muertos. Eso nos da 12,37 esqueletos enterrados por cada hombre o mujer vivos. O, como diría Arthur C. Clarke en *2001, Una Odisea espacial*, «12 fantasmas nos acompañan». Descansen en

paz.

Si un mosquito pica a un borracho, ¿se emborracha él también?

Sería una truculenta paradoja: todos esos mosquitos que impactan contra el parabrisas del automóvil ahora que volvemos de vacaciones, condenados por volar borrachos en medio de la carretera. Para responder a la pregunta, habría que saber primero si a los mosquitos les afecta el alcohol. No existen muchos estudios al respecto, la verdad. En 1994 un científico noruego llamado Anders Baerheim realizó una aproximación con otros animales «chupasangre», las sanguijuelas. Introdujo un grupo de sanguijuelas en un recipiente con cerveza y otro en simple agua. Las primeras mostraron cambios evidentes en su comportamiento, trataban de succionarse su propio cuerpo y perdían movilidad.

Pero los mosquitos y otros insectos similares parecen más resistentes al alcohol. Muchos son libadores de frutas, incluso cuando están en periodo de fermentación. En estas condiciones, la fruta puede tener un contenido del uno por ciento de alcohol. Los mosquitos y moscas del vinagre han desarrollado un mecanismo que metaboliza las moléculas alcohólicas antes de que produzcan daño neurológico. Se ha estudiado el comportamiento de muchos insectos en frascos con vapores etílicos. En algunas ocasiones llegan a soportar concentraciones del 60 por ciento de alcohol. Si un ser humano bebe 10 cervezas, el alcohol en sangre que pueda llegar al cuerpo de un mosquito sería equivalente a una cerveza diluida en 25 vasos de agua. Si queremos tumbar a un bichito de éstos, deberíamos tomar tanto licor que antes de que él empezara a marearse, nosotros habríamos muerto. Para colmo, entre los factores que favorecen que un mosquito pique a unas personas más que a otras se encuentra el consumo de alcohol. De hecho, un bebedor de cerveza tiene más probabilidades de ser víctima de una de estas picaduras que un abstemio.

Así que es mejor acabar con ellos con insecticidas. O atropellándolos. Porque un estudio realizado en Holanda en el año 2011 cuantificó el número de animalitos alados que mueren al año estampados contra el morro de un coche. Sólo en Holanda 1,6 billones.

¿Por qué abrimos la boca cuando vemos comer a un bebé?

Lo vemos todos los días. Lo notamos a cada paso. Una madre abre la boca exageradamente mientras da de comer el potito a su hijo, como si tratara de engullir ella misma parte de la cuchara. Un hombre sonríe al ver pasar a un niño emperrado con una chuchería, un amante se estremece al notar el gesto de placer de su pareja. El ser humano es uno de los pocos animales del planeta con una capacidad de empatía bien desarrollada, diversificada y definida.

Los actores en el teatro lo saben y estudian durante años el modo de convertir sus gestos, su cuerpo, su lenguaje no verbal en un medio de comunicación y emoción eficaz. Esto es así porque somos humanos, porque los gestos del otro nos transmiten mucha más información de la que podemos procesar conscientemente. A los individuos a los que les falta el menor ápice de esta capacidad de aprehensión se les considera disminuidos, locos, perturbados. Son antisociales, carecen de teoría de la mente, son «antipáticos».

La ciencia lleva décadas buscando las claves físicas y psicológicas de esa capacidad: de la empatía. Una de las propuestas más valientes y sorprendentes de la neurología en este sentido es la llamada teoría de las neuronas espejo. Giacomo Rizzolatti y Corrado Sinigaglia, neurocientíficos de las universidades de Parma y Milán respectivamente, creen haber encontrado el grupo neuronal que interviene en los procesos empáticos. Se inscriben así gloriosamente en la estirpe de otros neurólogos valientes como Oliver Sacks o Vilayanur Ramachadran, perseguidores incansables del sustrato biológico de la conciencia humana.

La línea que siguen es conocida: toda emoción humana no es más que un producto de nuestra mente y la actividad mental no es más que, a su vez, un producto del cerebro. Luego toda emoción ha de tener su reflejo biológico, físico, químico y eléctrico en la masa gris.

El prodigioso avance de la ciencia en este terreno, el de buscar una explicación biológica «reduccionista» a la emoción, sólo ha sido posible gracias al influjo de las nuevas tecnologías. Escáneres, resonancias, isótopos…, las nuevas técnicas de neuroimagen nos han abierto un mundo desconocido dentro de nuestro cerebro. Hoy podemos ver en directo cómo pensamos, cómo sentimos, cómo nos

emocionamos y con qué parte de nuestro cerebro lo hacemos.

En el caso de la teoría de las células espejo, la técnica viene apoyada con estudios en animales y con una profunda y emocionada comprensión de los fenómenos psíquicos del comportamiento humano por parte de los autores. Dicen haber hallado neuronas específicas que reaccionan precisamente a los gestos del otro. Son las células de la empatía las que nos permiten conocer cómo se siente el compañero sin necesidad de preguntárselo y las causantes de ese gesto imitativo ante el potito del bebé.

¿Podría ser distinto el universo?

El sutil equilibrio de las cosas que pasan en el universo reside sólo en seis números, en media docena de cantidades que resultan fundamentales para que todo sea como es. Cada una de ellas es imprescindible, si una sola tuviera un valor siquiera una milmillonésima mayor o menor del que tiene, no habría estrellas, elementos químicos complejos, planetas, lechugas, lectores de periódicos… Estos seis números son la receta mínima para cocinar universos.

El primer valor describe la fuerza que mantienen las partículas atómicas pegadas a un núcleo. Un ejemplo: El peso de un átomo de helio es un 99,3 por ciento del peso conjunto de sus componentes (dos protones y dos neutrones). ¿Dónde está el 0,7 por ciento restante? Sencillamente, se pierde en forma de calor, de energía necesaria para que las partes no se escapen y puedan formar un átomo compacto.

Resulta que en el interior de las estrellas como el Sol esa energía sobrante tiene que ver con la conversión del hidrógeno en helio. Si el porcentaje, en lugar del 0,7, fuera un 0,6, sencillamente los protones no se pegarían a los neutrones, ningún elemento químico distinto al hidrógeno podría existir. No habría vida. Si fuera del 0,8, la fusión sería tan rápida que ni siquiera el hidrógeno podría haber sobrevivido más allá del primer segundo del Big Bang. No habría universo.

El resto de los valores tienen una condición similar. El número N (equivalente a un 1 seguido de 36 ceros) define el resultado de dividir la fuerza que mantiene a los átomos juntos entre la fuerza de

gravedad entre átomos. Resulta que la atracción entre dos átomos es mucho menor que la fuerza que aglutina a sus componentes. De no ser así, no sería posible que existiera ninguna forma de materia visible. Todos los componentes de las cosas flotarían atrayéndose unos a otros sin descansar en una estructura concreta.

Otro valor, Omega, mide la densidad de la materia del cosmos incluidas las galaxias, el gas interestelar y la materia oscura. Este número está en el lugar exacto para que el cosmos sea posible y no se convierta en una quimera de materia tan dispersa que ni siquiera pesaría, o en un agujero negro gigantesco y cruel. El valor Lambda determina la fuerza que controla la expansión del cosmos. Q representa las pequeñas irregularidades en dicha expansión que favorecieron que las galaxias ocuparan el lugar que hoy ocupan formando racimos y D es el número de dimensiones espaciales existentes, tres: la vida no existiría si hubiera sólo dos o existieran 4. Dependemos, sí, de seis números. ¿Les parecen pocos?

¿Influye la Luna en la menstruación de las mujeres?

La Luna llena ha sido sistemáticamente relacionada con el crimen, el suicidio, la enfermedad mental, los accidentes, los nacimientos… Con fenómenos más irracionales como la licantropía o el vampirismo o terriblemente incomprensibles como los intentos de relacionar las fases lunares con el devenir de las acciones en el mercado de valores. Pero quizás el mito más extendido sea el que sugiere que el ciclo menstrual de las mujeres coincide con las fases lunares. En realidad, ambos ritmos son ligeramente dispares. El femenino rige aproximadamente cada 28 días, aunque es evidente que varía entre mujeres distintas y a lo largo de la vida de una misma mujer. La Luna sigue un ritmo consistente e inalterable de 29,53 días. Podemos encontrar un ciclo sexual de 28 días en las zarigüeyas, sí; pero las similitudes se derrumban pronto: las cobayas 11 días, las ovejas entre 16 y 17, las cerdas entre 20 y 22, las vacas entre 21, las monas macacas entre 24 y 26, las chimpancés 37 y las ratas sólo 5 días.

Otra cosa hubiera sido que los mitólogos de Selene se hubieran fijado, en lugar de en las mujeres, en los corales. Una vez al año, en primavera, siempre después de un episodio de Luna llena, millones de corales parecen ponerse de acuerdo para expulsar una nube de

esperma y óvulos en una ceremonia sinfónica sin precedentes. Durante lustros, las razones íntimas de esta coreografía sexual fueron un misterio hasta que, en 2007, un equipo de científicos pareció haber descubierto un mecanismo de actuación. El culpable es un gen conocido como Cry2 que responde a la cantidad de luz lunar que recibe: detecta diferentes tonalidades de luz azul y genera, en virtud de esas luminosidades, una catarata de reacciones bioquímicas únicas en la naturaleza.

¿Qué conexión puede existir entre el satélite natural de la Tierra y los genes del coral? Sin duda, el ansia de supervivencia. Muchos biólogos creen que algunos de los animales y plantas que hoy habitan el planeta han heredado una estrategia evolutiva pergeñada en eras precámbricas. Por aquel entonces (hace más de 550 millones de años) la Tierra recibía una radiación ultravioleta del Sol mucho mayor que la actual, de manera que muchos organismos hubieron de diseñar hábiles estrategias para protegerse de los perniciosos rayos UVA. Una de ellas pudo ser la de esconderse en las profundidades marinas durante el día, a salvo de la luz asesina, para aflorar a aguas más templadas y superficiales en la noche. Las mujeres no son lunáticas. Los corales (y la lo sumo las zarigüeyas), sí.

¿Cuántos animales hay en el mundo?

Dicen científicos muy eminentes que el ser humano ha iniciado ya la cuenta atrás para la sexta gran extinción masiva de animales y plantas. La deforestación, la caza, la introducción de ejemplares exóticos en hábitats que no les pertenecen están entre las causas de que el hombre pueda acabar en unos cuantos miles de años con todo bicho viviente. Y la noticia acongoja por dos motivos. El primero porque, al contrario de lo que ocurrió con las cinco grandes extinciones anteriores, en ésta la culpa la tendremos sólo nosotros, los *Homo sapiens.* La segunda es algo más perturbadora: y es que ni siquiera sabemos realmente cuántos bichos pueblan el globo. Aunque parezca lo contrario, la ciencia biológica todavía sabe muy poco de la vida. Las cerca de 1.800.000 especies que se han descrito y las más de 300.000 de las que se tienen registro fósil no son más que una minúscula parte de todos los animales que han poblado el planeta, lo pueblan y lo poblarán. La biodiversidad es una gran

desconocida. Encontrar nuevos animales «grandes» desconocidos para la ciencia no es fácil (grandes quiere decir del tipo de una rana, para arriba). Los zoólogos han escudriñado mejor la paleta de seres superiores. Por ejemplo, se supone que el número de aves catalogadas (unas 9.100 especies) no dista mucho de ser el real. Pero en lo que respecta a las especies más pequeñas, el desconocimiento es estremecedor. El número de artrópodos catalogados (insectos, arácnidos, ciempiés y cangrejos) es de cerca de 1.000.000 y, sin embargo, los entomólogos creen que se trata sólo del 10 por ciento de todos los que realmente hay sobre la faz de la Tierra. La naturaleza parece tener una incontrolada predilección hacia los insectos. Y al hombre le quedan todavía muchos «bichos» por hallar.

La contabilidad actual arroja unas cifras más que aparentes. Conocemos 800.000 insectos, 248.000 plantas, 200.000 artrópodos no insectos, 70.000 hongos, 30.000 moluscos, 30.000 protozoos, 27.000 algas, 19.000 peces, 12.000 platelmintos, 9.000 aves, 9.000 medusas y corales, 6.300 reptiles, 4.200 anfibios, 4.000 mamíferos… más o menos.

Sin embargo, sabemos que todo esto no es más que un porcentaje pequeño de lo que la naturaleza tiene que ofrecernos. La flora y fauna desconocida es mucho más populosa. Tanto que es probable que buena parte de ella permanezca en el limbo de lo ignoto incluso después de haberse extinguido. Los biólogos consideran que el 60 por ciento de la biodiversidad oculta desaparecerá antes de ser catalogada. Nunca sabremos cómo fue, cuánto y dónde vivió, qué comió, cómo se reproducía o qué función vital ejerció para el equilibrio del planeta.

¿Para qué les sirve a los niños jugar?

Sin duda el juego constituye uno de los principales pilares del desarrollo físico y cognitivo infantil. Y lo más importante a tener en cuenta es que la actitud lúdica está presente en el ser humano desde la más tierna infancia. El primer juguete de un bebé es el cuerpo de su madre y de su padre. De algún modo, ha nacido programado para responder a los estímulos enviados desde otro cuerpo (sonidos, movimientos, caricias) y disfrutar de ellos.

Pero el cuerpo de la madre tiene otras funciones que satisfacen

necesidades más urgentes: principalmente la de la alimentación. Es por eso por lo que los expertos en comportamiento infantil consideran que el juguete/padre ejerce una influencia más rápida y permanente en el desarrollo del sentido lúdico en los primeros meses de vida. Y quizás por eso, los padres tienden a jugar físicamente más con los hijos que las madres. Un estudio realizado por Milton Kotelchuk en familias de clase media de Boston arrojó datos sorprendentes. Da igual el tiempo que ambos progenitores pasen con sus criaturas, da igual que sea el padre el que trabaja fuera de casa, la madre o ambos. No importan las circunstancias personales de la crianza: en todos los casos, el hombre dedica una proporción mayor del tiempo que pasa con sus hijos a jugar. En concreto, en el caso de los lactantes, él les dedica un 40 por ciento del tiempo de presencia al juego; ella, sólo el 25 por ciento.

Evidentemente, la diferencia de juego entre ellos y ellas no reside sólo en el tiempo dedicado. Los estilos de juego del padre y de la madre también son distintos. El padre saca al niño de su reconfortante tranquilidad en la cuna y lo alza en brazos. Lo levanta en el aire, lo sacude, le hace cosquillas… La madre tiende a sostener a la criatura en sus rodillas, hacerle gestos, carantoñas o estimularla con juguetes, sonajeros, piezas de colores. ¿Por qué estas diferencias? Un equipo dirigido por el pediatra Michael Yogman estudió el desarrollo de cinco niños nacidos en 1977. Utilizaron un laboratorio psicológico para observar el modo en el que los niños jugaban con su padre, con su madre y con una persona extraña. Tras grabar cientos de horas de juego, descubrieron que en todos los casos las pautas eran similares. Las madres hablan más a los hijos, aunque lo hacen de manera muy suave, repitiendo frases y sonidos e imitando más los gestos y ruiditos producidos por el bebé. Los padres hablan menos, lo hacen de modo más rudo y tienden a tocar y dar golpecitos sobre la silla o la cuna. El juego del padre varía más entre los momentos de excitación máxima y los descansos. El de la madre es más gradual. Así jugamos los humanos.

¿Es posible levitar?

Levitar es imposible, a menos que uno sea rana. Y, preferiblemente, una rana de los laboratorios de física de las universidades de Nottingham en el Reino Unido y Nimega en Holanda. Ambos

centros consiguieron recientemente hacer flotar por encima del suelo a una rana. Y lo hicieron sin necesidad de acudir a ningún tipo de faquir ni de gurú de la meditación trascendental: usaron simplemente ciencia.

Se basaron en la propiedad que presentan prácticamente todos los átomos de los que está formada cualquier tipo de materia: el diamagnetismo.

Ya es suficientemente conocido que toda la materia del universo está compuesta por átomos y que los átomos contienen electrones que giran alrededor de un núcleo de protones y neutrones. Si se somete la materia a un campo magnético intenso, los electrones pueden responder modificando su rotación en dirección opuesta a la de procedencia de la intrusa influencia externa. Debido a esta perturbación los electrones pueden generar su propio campo magnético convirtiendo a los átomos en los que habitan en una especie de aguja de brújula que tiende a apuntar hacia el polo generado por el movimiento extraño de sus electrones. La interacción entre un campo magnético externo y el nuevo campo magnético creado por los electrones puede originar un efecto de repulsión magnética.

Los físicos holandeses y británicos crearon un campo magnético poderoso (1.000 veces más grande que el que se pueda originar con un imán doméstico) y situaron a una rana sobre él. La fuerza generada fue lo suficientemente intensa como para compensar la fuerza de gravedad. Además, esta nueva fuerza actúa directamente sobre todos los átomos del animal, con lo que éste puede levitar durante unos segundos, separándose del suelo como si flotara.

En realidad, este proceso puede funcionar en cualquier tipo de material. Incluso en el ser humano, compuesto en un 70 por ciento por agua, como las ranas. Sin embargo, la física no ha sido capaz de generar un imán que permita crear un campo magnético tan potente como para levantar a un hombre. Claro, que a este tipo de levitación no es al que se refieren los gurúes, faquires y creyentes en lo paranormal. Ellos hablan más de una ilusión mental creada por la sugestión, un estado de semitrance facilitado por el consumo de alguna sustancia alucinógena o meros trucos fotográficos. De esas levitaciones mágicas, tipo alfombra de Aladino, la ciencia no puede dar fe.

¿Por qué no podemos hacernos cosquillas a nosotros mismos?

En 1984 el psiquiatra Donald Black, de la Universidad de Iowa, cayó en la cuenta de una curiosa y perturbadora condición de la fisionomía humana. Las partes del cuerpo más propensas a padecer cosquillas son también las más vulnerables en caso de ataque de un enemigo. El cuello, las costillas o la planta de los pies son zonas donde el grosor de la piel, la cercanía de órganos vitales o la irrigación venosa son más susceptibles de provocarnos daños severos en caso de ser heridas. ¿Serán entonces las cosquillas un mecanismo de defensa?

Tras varios años de investigación, dedujo que la sensación de cosquilleo es un automatismo que adquirimos desde que somos bebés, para proteger esas áreas sensibles. El contacto de un cuerpo extraño sobre dichas zonas activa un reflejo de huida.

Lo que sí está más que demostrado es que la risa es un lubricante social y que su primera manifestación tiene que ver con el tacto. Hacemos cosquillas a nuestros bebés para escuchar su risa y, evidentemente, dejamos de hacérselas cuando la risa deviene en queja. De hecho, una carcajada puede ser un signo arcaico de familiaridad y paz: es la contraparte de los jadeos propios de la riña. Si se ríe, no se pelea.

Esto se ha observado también en animales. Los chimpancés, por ejemplo, juegan a cosquillearse mutuamente y los ruidos y gruñidos que emiten son claramente diferentes a los que surgen de una pelea en serio.

Algunas investigaciones han demostrado que no sentimos las cosquillas por igual en todo el cuerpo. Por ejemplo, se sabe que tenemos más cosquillas en el pie izquierdo que en el derecho. Pero en cualquier circunstancia, nunca seremos capaces de hacernos cosquillas a nosotros mismos. La risa de la cosquilla exige inevitablemente que el agente causal sea otro individuo. No hay cosquilla si estamos en soledad.

Varias investigaciones han tratado de entender por qué. Y la respuesta tiene que ver, precisamente, con el origen evolutivo de la reacción a las cosquillas. Si las cosquillas son un automatismo de defensa, no se activarán contra nosotros mismos: nosotros no suponemos ninguna amenaza. La secuencia es la siguiente: Un

cuerpo extraño, manipulado por una persona distinta a nosotros, contacta con una zona débil de nuestro organismo. El cerebro se alerta ante la situación inesperada y activa la señal de alarma para que el cuerpo convulsione y se aleje de la fuente de riesgo. Como el contacto es amistoso, la reacción termina siendo placentera y pacífica: la risa.

Pero si nosotros nos tocamos esa misma zona, al cerebro no le resulta sorprendente: al fin y al cabo, él ya ha dado previamente la orden de tocarnos.

Un curioso experimento consistió en utilizar un brazo robótico para que una serie de voluntarios se auto-cosquillearan. El voluntario hacía el movimiento de acariciarse una zona sensible y el brazo dilataba un poco el tiempo de manera que hubiera un lapso de algunos segundos entre la orden del cerebro y el contacto con la piel. En este caso, los individuos sí pudieron hacerse cosquillas a sí mismos, porque el cerebro había dejado de controlar el tiempo entre el movimiento y la sensación en la piel.

¿Quién fue el primer dentista de la historia?

El diente con 7.500 años de antigüedad que sostenía Roberto Macchiarelli entre sus dedos era un auténtico tesoro para la ciencia, pero su valor no residía en lo que tenía, sino en lo que no tenía. Aquel pedazo de molar pertenecía a la colección de varias mandíbulas desenterradas en Pakistán por el equipo de la Universidad de Poitiers que Macchiarelli dirigía. Había restos de 11 incisivos y molares pertenecientes, al menos, a cuatro mujeres, dos hombres y otros tres individuos cuyo sexo era imposible de determinar. Todos ellos habitaron esas tierras en el Neolítico.

Un detalle llamó la atención de la comunidad científica de medio mundo. Aquellas piezas dentales estaba horadadas, pero no azarosamente. Les faltaba una porción de tamaño y forma similar en todos los casos: un pequeño círculo en algunas de las paredes del hueso que sugerían que aquellos dientes habían sido taladrados.

Los estudios radiológicos confirmaron que el esmalte había invadido parte de la cavidad después de haberse practicado los taladros, lo que evidenciaba que la operación se había realizado cuando los individuos aún estaban vivos. ¿Cuál sería el objetivo de aquellas perforaciones?

Parecía poco evidente que se tratara de prácticas decorativas o rituales, ya que en la mayoría de los casos las piezas intervenidas eran molares muy profundos, que no se ven habitualmente a menos que se abra en extremo la mandíbula. Algo fascinante estaba a punto de descubrirse y ese algo tendría mucho que ver con la historia de la medicina.

Y es que Macchiarelli presentó los resultados de su investigación y la explicación más plausible para tan peculiares observaciones: aquellos dientes eran la evidencia más antigua jamás descubierta de la práctica de la odontología. Nuestros antepasados que ocupaban hace 7.500 años lo que hoy conocemos por Pakistán ya tenían dentistas a su disposición.

Se cree que el objetivo de aquellas perforaciones no era otro que tratar de aliviar los terribles dolores molares de nuestros ancestros. La mayoría de las mandíbulas descubiertas mostraban rasgos de decadencia dental y más de una había llegado a extremos elevados de infección, lo que tendría que haber supuesto un auténtico suplicio para los pacientes. Claro que no menor tortura parece sufrir un taladro de aquellas características 7.500 años antes de la invención de la novocaína y al menos 2.000 antes de que pudieran siquiera aliviarse con un trago de licor.

¿Cuál es el animal más paciente?

«Sabe esperar, aguarda que la marea fluya / —así en la costa un barco— sin que el partir te inquiete».

La paciencia, para Antonio Machado, era cosa de esperar. Para un chimpancé, también. Al menos eso opina el único científico del mundo que ha tenido la paciencia de buscar cuál es el animal más paciente. No se llama Job, sino Jeffrey Stevens, y es un psicólogo de la Universidad de Nebraska. El hombre se dedicó a observar el comportamiento de 13 especies distintas de primates. Y descubrió que las especies de mayor tamaño y mayor esperanza de vida tienen más capacidad para aguardar un momento de provecho. La investigación consistía en ofrecer a los animalitos una uva detrás de otra y observar si eran capaces de entender que, esperando un poco, iban a recibir una uva más. Los más pacientes pudieron aguantar cinco minutos hasta que había 3 uvas en la mesa. Fueron los chimpancés. Los más ansiosos, los titís de cabeza blanca, se

lanzaban a comer ocho segundos después de ver dos uvas a mano.

Al parecer, aquí el tamaño importa. Los animales más pequeños tienen una menor masa corporal, su metabolismo es más rápido y su esperanza de vida es menor. Por eso son más impacientes. Es como si la naturaleza les indicara que se les pasa el tiempo y no andan para perderlo. ¿Ocurre lo mismo entre los seres humanos? Parece que no. En nuestro caso, la paciencia está íntimamente relacionada con la capacidad cognitiva. Las mentes más inquietas perciben más cambios en el entorno y son más impacientes. Los hiperactivos, por ejemplo, sienten que el tiempo pasa más deprisa. Un artículo de la revista *Journal of Neuroscience* reveló que las personas que mueven más deprisa los ojos son menos pacientes.

De acuerdo, pues, los seres humanos somos los más pacientes del reino animal. Pero ¿acaso saben las bestias que el tiempo está pasando? En 1998, Nicola Clayton y Anthony Dickinson, de la Universidad de Cambridge, demostraron que los arrendajos de matorral pueden recordar no sólo dónde han escondido un bocado, sino también cuándo. Su comida preferida es el gusano de cera (*Galleria melonella*). Los cazan y esconden bajo tierra. Pero si uno lleva enterrado mucho tiempo, empieza a descomponerse. El ave parece saberlo y ni siquiera se molesta en recuperar presas que hayan sobrepasado su fecha de caducidad. Se desconoce dónde lleva el reloj.

¿Se puede sudar debajo del agua?

Lamento comunicarles que, en la aparentemente cristalina piscina en la que piensan refrescarse en verano, además de agua y cloro puede haber otros líquidos. Y no me refiero al pis del hijo de los vecinos. Debajo del agua también se puede sudar. De hecho, se duda. Hay varios factores que influyen en nuestra transpiración en el medio acuático: la temperatura del agua, la temperatura del ambiente, nuestro metabolismo y el tipo de ejercicio que realizamos. Las glándulas sudoríparas se activan cuando la temperatura del cuerpo empieza a subir peligrosamente. Antes de que el calor achicharre nuestras células, sudamos. Las axilas producen 700 miligramos de sudor cada hora. El líquido transpirado, en contacto con el aire, se evapora. Y al evaporarse se lleva consigo algo de energía en forma de vapor. Hay dos cosas en

el mundo que se enfrían así: los animales de sangre caliente (como nosotros) y los botijos, como se ha explicado en el capítulo 5. Porque este prodigio tecnológico de barro mantiene el agua fresca por el mismo proceso físico: los poros del barro «sudan» y la evaporación hace el resto.

Aunque sudar dentro del agua no es tarea fácil. Es necesario moverse mucho. Entre otras cosas porque, en condiciones de agua fresca, la función enfriadora del sudor no tiene sentido. En la piscina, las gotas de sudor, en lugar de evaporarse, se desprenden de la piel. Los nadadores profesionales saben muy bien que tras una dura tanda de entrenamiento, salen del agua con la piel enrojecida y con sensación de calor en la cabeza: se han pegado una buena sudada.

¿Cuánto habrá sudado?

Varios estudios de fisiología del deporte han hecho el cálculo. La natación intensa arroja 0,5 litros de sudor a la hora. Una carrera prolongada, 1,1 litros y una sesión de ciclismo 1,5. El dato es significativo porque cuando nadamos también debemos tener cuidado con nuestra hidratación. Aunque no lo parezca, estamos perdiendo líquidos y electrolitos y debemos reponerlos si nos pasamos de la raya.

La ciencia se ha preguntado si hay un modo más eficaz de nadar. Y la respuesta es obvia: el que usan los profesionales de la competición. Si usted y yo sudamos 0,5 litros cada hora que pateamos en la piscina, un nadador entrenado puede llegar a perder menos de 0,3. Y es que el modo de enfrentarse a la resistencia del agua también cuenta.

¿Por qué no nos vemos todo el rato la nariz?

O las gafas… aquellos que las llevamos. Si la nariz está en medio de nuestro campo de visión y las gafas se interponen permanentemente entre nuestros ojos y lo que miramos… ¿qué las convierte en imperceptibles?

La respuesta no es sencilla, porque requiere aunar conceptos de óptica, de neurología y de biología del ojo humano. Solemos tender a pensar que nuestro ojo funciona como una cámara de fotos o de vídeo: captura imágenes a partir de la luz que recibe rebotada de los objetos y las procesa para darle forma, tamaño y color. De

hecho, es un error muy común tratar de preguntarse cuántos megapíxeles es capaz de procesar nuestro ojo. Si lo comparamos con la cámara de nuestro iPhone, ¿cuál tiene mejor resolución? La pregunta no procede porque el ojo no captura imágenes, sino que recoge información en muchas ocasiones parcial y es el cerebro el que genera imágenes a partir de esos datos. Por cierto, a veces se equivoca y genera ilusiones ópticas. Aun así, algunos científicos han tratado de medir el equivalente en píxeles de la resolución del ojo humano. Considerando un campo de visión de 90 grados por 90 grados (la escena de un paisaje visto desde una ventana) y teniendo en cuenta que tenemos dos ojos, una imagen captada por nuestras retinas contendría unos 576 megapíxeles.

Pero la información que recoge nuestro cerebro está sesgada, no llega por igual de todos los ángulos. De hecho, está muy sesgada. Nuestra retina cuenta con un área llamada fóvea que es especialmente importante en los seres humanos. Es la responsable de la visión central, que es la más requerida para actividades como conducir o leer. Es decir, es la que se encarga de enfocar correctamente hacia el centro de donde miramos. Sorprendentemente, ocupa solo el uno por cien del tamaño de la retina, pero la información que capta requiere el 50 por cien del córtex visual del cerebro para ser almacenada. Está encargada de ver sólo lo que pasa en un ángulo de 2 grados delante de nuestra nariz. Más o menos el área que cubrimos con los dos pulgares juntos si los extendemos ante los ojos. Ese pequeño espacio es el área de visión mejor enfocada. Todo lo demás se ve un poco peor. Ésa es la razón por la que en condiciones de poca luminosidad es más difícil leer o conducir, ya que la información que llega del resto de la imagen no cubierta por la fóvea es muy débil. Y ésa es la razón por la que lo que no está justo en ese círculo es más fácilmente desechado por el cerebro. Por ejemplo, el marco de nuestras propias gafas o la punta de la nariz.

¿Desde qué hora es correcto decir «buenas noches»?

Solemos tener ciertos problemas para elegir cómo saludar a última hora de la tarde. ¿Cuándo debemos decir «buenas tardes»? ¿Cuando es apropiado optar por un amable «buenas noches»? En países como el nuestro, donde en verano las horas de sol se alargan, el tema es

algo más complicado. Pero la ciencia tiene una solución; aunque ya les advierto que tampoco es muy práctica.

En realidad no existe un solo tipo de noche. O, mejor dicho, no hay un único crepúsculo que anuncia la noche. El crepúsculo es un intervalo de tiempo en el que el cielo está iluminado a pesar de que la esfera de Sol no se ve sobre el horizonte, bien porque aún no ha salido, bien porque ya se ha ocultado.

La ocultación del Sol en el horizonte es un fenómeno progresivo que tiene que ver con la velocidad a la que la Tierra nos hace rotar hacia la zona de sombra que no recibe rayos de sol: hacia la oscuridad. En ese proceso existen cuatro fases distintas. El primero es el crepúsculo civil. Empieza cuando el Sol desaparece definitivamente del horizonte y termina cuando cae 6 grados por debajo de él. Durante este tiempo, aunque no hay sol visible, la luz dispersada por la atmósfera permite que en las ciudades no haga falta usar iluminación artificial. El segundo se llama crepúsculo náutico y dura hasta que el sol se sitúa a -12 grados. En ese momento aparecen las primeras estrellas (que usan para orientarse los navegantes) y todavía puede distinguirse el horizonte: algo que también sirve de gran ayuda a los marineros. La tercera fase se conoce como crepúsculo astronómico. Ocurre cuando el sol cae hasta 18 grados por debajo del horizonte. El cielo se vuelve prácticamente negro, se observa casi la totalidad de las estrellas y se hace imprescindible iluminar las calles y casas. Pero esa fase del crepúsculo aun no puede considerarse noche cerrada.

Técnicamente, la noche comienza unos minutos después, cuando el sol cae por debajo de los -18 grados respecto al horizonte. En las regiones situadas a más de 48,5 grados de latitud norte o sur (es decir, en las cercanías de los polos) durante el verano el sol nunca llega a más de 18 grados bajo el horizonte; por eso no se hace nunca de noche.

Aunque solemos creer que pasamos la mitad de nuestras vidas de día y la otra mitad de noche, lo cierto es que la noche (al menos lo que técnicamente debe considerarse noche) ocupa mucho menos de la mitad de un día. Las diferentes fases del crepúsculo en verano casi se comen por completo en España las horas de noche real. En ciudades como Londres, entre mayo y agosto, apenas existe noche y se pasa, como en los polos, del crepúsculo astronómico al amanecer

casi sin transición. Ya sabe, si dice «buenas noches», tiene muchas probabilidades de estar adelantándose a los acontecimientos. Deberíamos decir «buen crepúsculo».

¿Qué uñas crecen más rápido, las de las manos o las de los pies?

Reconózcalo: usted se corta las uñas de las manos más a menudo que las de los pies. Y no es una cuestión que tenga que ver con sus hábitos de higiene personal. Simplemente, usted hace lo que todo el mundo debería hacer. Porque sí, las uñas de las manos crecen mucho más deprisa que las de los pies. En concreto lo hacen al doble o, incluso, el triple de velocidad.

Una uña de mano necesita cerca de 6 meses para reemplazarse por completo a sí misma desde la base a la punta. Eso supone un crecimiento de unos 3 milímetros al mes. En el caso de los pies el reemplazo se produce cada 12 o 18 meses, a razón de un nuevo milímetro cada 30 días.

Los científicos son capaces de consensuar en cumbres mundiales las razones del cambio climático, pero no se han puesto de acuerdo sobre el motivo de esta disparidad de velocidades en la carrera de las uñas. Existen dos teorías bastante aplaudidas. La primera sugiere que, dado que las manos están más cerca del corazón que los pies, sus uñas reciben mejor el riego sanguíneo y, por lo tanto, tienen un aporte extra de nutrientes y oxígeno. Los nutrientes se distribuyen por toda la uña después de ser filtrados por unos minúsculos capilares en la base del dedo.

La segunda teoría es algo más traumática. Las uñas son, en cierto modo, como las colas de las lagartijas o el pelo. Cuanto más se cortan, más fuertes salen. Las de las manos reciben permanentes golpes, rayaduras y enganchones. Tamborileamos con ellas, nos las mordemos (aunque hay también quien se muerde las de los pies), las golpeamos contra el teclado del ordenador, etc. Estos traumatismos estimulan el riego sanguíneo hacia la zona (como ocurre cuando nos hacemos una herida) y eso favorece aún más el crecimiento. Para corroborar esta idea hay otro dato curioso. En los diestros, las uñas de las mano derecha crecen más deprisa que las de la izquierda. En los zurdos ocurre lo contrario.

Independientemente de su velocidad, el modo de crecimiento de

todas las uñas es el mismo. El principal ingrediente es la keratina, que también está presente en la piel y el cabello (y en los cuernos… de los animales). El aumento de tamaño depende de la presión que ejercen las nuevas células del tejido desde la matriz y la lúnula. En su búsqueda de espacio, empujan a las células más viejas hacia la punta, una especie de condena a muerte porque es allí, cuando afloran fuera del dedo, donde las cortamos la mayoría de los humanos.

¿Por qué al comer espárragos nos huele raro la orina?

En realidad no le ocurre a todo el mundo. Algunas personas pueden detectar un extraño olor en su orina tras consumir espárragos mientras otras no notan nada diferente.

Y las razones del misterioso comportamiento han preocupado a los científicos desde hace mucho tiempo. Ya en 1731, un matemático y fisiólogo escocés, llamado John Arbuthnot, escribió sobre «el fétido olor de la orina» tras el consumo del vegetal, pero no fue capaz de determinar la causa. De hecho, responder a la pregunta que encabeza este artículo no es científicamente sencillo.

Para que se genere la sensación de olor son necesarias dos cosas: un compuesto químico volátil determinado y unas células receptoras en la nariz capaces de detectarlo. Debe haber personas que metabolicen el espárrago para producir una molécula olorosa y otras que tengan en su nariz células receptoras para esa molécula. Uno puede ser productor del olor, pero no ser capaz de olerlo, y otro puede percibir el extraño aroma en la orina de terceros, pero no en la suya porque no produce las moléculas necesarias.

¿Y de qué depende que un ser humano sea productor, receptor o ambas cosas a la vez? Desde 1950 se han realizado muchos estudios de laboratorio para averiguarlo. Consisten en utilizar voluntarios que deben oler muestras de orina diferentes con el fin de encontrar patrones genéticos comunes. No es muy agradable, pero resulta útil para la ciencia. Parece ser que la capacidad de excretar compuestos sulfurosos en la orina tras comer espárragos está relacionada con una variación de un solo gen. Y que la mayoría de las personas la tenemos. Entre el 55 y el 75 por ciento de los humanos serían «productores» del olor a espárrago. Otra cosa es la capacidad de detectarlo. En este caso parece que esa función depende de

variaciones en muchos genes y no se ha detectado todavía un patrón genético completo. De hecho, el porcentaje de «oledores» es menor que el de «productores».

¿Y qué es lo que olemos realmente? El vapor generado por la orina ha sido estudiado con aparatos de cromatografía de gases para descubrir una fuerte presencia de metanotiol. Los espárragos contienen ácido asparagúsico y éste es metabolizado por el cuerpo formando metanotiol, una sustancia de olor a azufre, presente en la sangre y en las heces (y en las emisiones de las mofetas).

El metanotiol tiene muchos usos industriales, desde la fabricación de piensos para aves y pesticidas hasta la confección de aditivos para el combustible de los aviones. Y no a todo el mundo le huele mal. Marcel Proust (oledor por excelencia) escribió que el espárrago tenía la facultad de convertir «el humilde orinal de habitación en un frasco de perfumes aromáticos».

¿Es posible andar sobre el agua?

El agua está dura. Recuérdelo la próxima vez que pretenda tirarse de tripa desde el trampolín de la piscina. Todo volumen de un líquido presenta una propiedad física conocida como tensión superficial. Las moléculas del agua de un vaso, por ejemplo, tienden a unirse unas con otras en todas las direcciones (arriba, abajo, derecha, izquierda). Pero las de la última capa superficial no tienen compañeras arriba para «agarrarse»: así que se unen con más fuerza a las laterales. La resistencia del agua al movimiento de un objeto (el bañista orondo que cae con el abdomen sobre ella, por ejemplo) es por eso más grande en la superficie que en el fondo. Esta resistencia permite que algunos seres y cosas puedan moverse sobre el agua. Por ejemplo, el basilisco (un lagarto que corre literalmente sobre los ríos) o algunos insectos que se desplazan apoyándose en el agua.

Y un ser humano, ¿podría aprovechar la tensión superficial para caminar sobre el líquido elemento? La respuesta es sí, aunque con algunas condiciones.

Para caminar de tal guisa hay que conseguir que la fuerza que la tensión superficial ejerce sobre el individuo sea tan grande que pueda soportar su peso. La fuerza se mide en función del área donde se ejerce. Haciéndose los pertinentes cálculos físicos puede

decirse que un hombre de unos 90 kilos podría mantenerse sobre el agua si tuviera unos pies de más o menos 1,5 kilómetros de largo.

Pero andar sobre el agua no significa sólo sostenerse sobre ella. Con el fin de caminar hay que aprovechar la fuerza de sustentación y la resistencia del suelo para impulsar un pie y luego otro. Con la pequeñísima resistencia que ofrece el agua, esta fuerza sólo puede aprovecharse aumentando la velocidad del movimiento. Una vez más, viene a cuento el ejemplo del tripazo del bañista. Cuanto más alto sea el trampolín, más energía cinética acumula el cuerpo en caída y más doloroso es el impacto. Curiosamente, existe un límite máximo de velocidad que puede alcanzarse al caer a una piscina. Es la llamada velocidad terminal. Todo objeto que cae al vacío alcanza en algún momento una velocidad máxima que no será superada aunque la caída continúe. Felix Baumgartner, el hombre que realizó el famoso salto desde la estratosfera, alcanzó los 1.173 kilómetros por hora. Los clavadistas mexicanos que se lanzan desde acantilados de 30 metros al mar de Acapulco entran al agua a 90 kilómetros por hora. A esa velocidad, una mala entrada contra la tensión superficial del líquido es mortal. ¿Podría un humano mover los pies tan rápido como para aprovechar la energía cinética y apoyarse en el agua? Sí, si fuese capaz de correr tres veces más veloz que Usain Bolt cuando fijó el récord mundial de velocidad en Berlín, en 2009, y si los músculos de sus piernas fueran 15 veces más potentes que el muslo de Cristiano Ronaldo. Harto difícil.

¿El picante es sabor o dolor?

No es fácil explicar verbalmente qué se siente cuando se mastica una guindilla picante. La sensación es una mezcla de calor, dolor y acidez. Para procesarlo se ponen en marcha los circuitos neuronales de la temperatura y el dolor y, en menor medida, los del sabor. Porque el picante no es tanto una cuestión de gusto como de tacto.

El componente fundamental de los aditivos picantes como las guindillas, los pimientos de Padrón o los jalapeños es la capsaicina. En casi todos los animales, esta sustancia estimula los receptores nerviosos del calor. Pero es especialmente eficaz para activar las células que detectan el calor doloroso (la frontera entre estar calentito y feliz y quemarse, que suele estar en los 43 grados). Hace más de 20 años, científicos de la Universidad de California en San

Francisco descubrieron el mecanismo por el que esto ocurre. Nuestro ADN tiene un gen que se encarga de regular la actividad de un tipo de células nerviosas muy concreto, los receptores vanilloides. Estos receptores son los que nos permiten detectar el calor doloroso. Cuando ponemos la mano en la vitrocerámica, ellos son los que nos hacen retirarla inmediatamente. La capsaicina presente en muchos picantes estimula también estos receptores. De hecho, muchas pruebas con animales han demostrado que reaccionamos a la capsaicina del mismo modo que reaccionamos al calor: con enrojecimiento, sudoración… Comer picante nos hace sudar. Y duele.

Porque la comida picante también actúa sobre otro mecanismo de defensa del cuerpo: la llamada sustancia P. Este neuropéptido está relacionado con el dolor, lo segrega el cerebro para avisarnos de que algo nos está haciendo daño. La capsaicina aumenta considerablemente la cantidad de sustancia P. Es decir, a todos los niveles, la experiencia picante es un dolor más que un sabor. En concreto se parece mucho al dolor sufrido por una quemadura leve. Como no hay mal que por bien no venga, la capsaicina es tan potente que estimula la secreción de sustancia P a mayor velocidad de lo que el sistema nervioso es capaz de reponerla. Por eso, tras tomar una guindilla de las buenas, durante un tiempo nuestra sensación de dolor está adormecida y podríamos consumir todo un tarro sin sentir casi nada. De hecho, algunos tratamientos analgésicos utilizan cremas con capsaicina como terapia.

¿Cuánto valen todos los componentes del cuerpo humano?

Tengo una mala noticia. Ni siquiera empeñando el oro que corre por nuestras venas podríamos salir de pobres. Y es que, en términos de componentes químicos, el cuerpo humano es una birria. Si tuviéramos una máquina atomizadora capaz de reducir a un terrícola medio a un montón de frasquitos con los productos químicos que hay en venas, fluidos, músculos, células, huesos y médulas, el resultado sería más modesto de lo que podemos imaginar. Para empezar, el 61 por ciento de nuestro peso está generado por agua. De manera que los elementos más presentes en nuestro organismo son el hidrógeno y el oxígeno, cuyo valor de

mercado no es que sea para tirar cohetes.

Hay 60 sustancias diferentes en la anatomía del *Homo sapiens* que van desde el carbono al zinc pasando por flúor, hierro, magnesio, tungsteno, plata o antimonio.

Pero disponemos de una cantidad muy pequeña de cada uno de ellos. Según su aportación a la masa total, entre el 65 y el 70 por ciento del tejido celular es agua. Del resto del organismo, un 20 por ciento son moléculas orgánicas basadas en el carbono. De hecho, sólo seis elementos forman el 99 por ciento de un cuerpo: oxígeno, hidrógeno, carbono, nitrógeno, calcio y fósforo. Ahora viene lo difícil. Asumiremos que contamos con un ciudadano de 80 kilos de peso que quiere vender sus elementos químicos en el mercado. Tasarlos sería una tarea ardua, ya que muchos de estos elementos sólo se venden en grandes cantidades, es complicado escalar su precio a millonésimas de gramo, y otros apenas tienen valor porque se intercambian en laboratorios de interés científico. Pero quizás sea posible hacer una lejana aproximación.

El elemento más abundante, el oxígeno, ocuparía 49 de los 80 kilos del vendedor. A un precio medio de 0,20 euros por kilo, podrá obtener 9,83 euros con él.

Algo más satisfactoria sería la venta del potasio. Sólo tenemos 0,16 kilos de este elemento, pero su precio de mercado ronda los 650 euros por kilo. Así que vender nuestro potasio nos reportaría unos 104 euros. De hecho, es el único elemento cuyo valor tiene tres cifras. Le sigue el sodio: vender 0,11 kilos de esta sustancia arroja unos 28 euros.

Hay metales cuya presencia es tan pequeña que tendrían valor cero. Por el cobre, el plomo, el zinc y el titanio de nuestro cuerpo no nos darían ni un céntimo. Quizás nos llame la atención la presencia de rubidio. Este elemento tiene un valor de mercado de unos 10.000 euros el kilo. Pero no se hagan ilusiones. No contamos ni siquiera con una millonésima de kilogramo. En el mejor de los casos, podríamos sacar seis euros de él.

Sumando todo lo que nuestro organismo lleva encima, nos daría la friolera de 150 euros. Eso sí, podríamos gastarlos en una buena cena y reponer otra vez las sustancias vendidas.

¿Cómo sabemos cuándo hay que aplaudir en un

espectáculo?

En muchos programas de televisión existe un regidor que indica cuándo debe aplaudir el público como ocurría con los primeros aplausos registrados en la historia del show business, los que proferían los asistentes al teatro en la Roma clásica, cuando el actor principal les anunciaba que la obra había terminado: *Valete, plaudite* (Marchaos y aplaudid).

Los aplausos, sin embargo, pueden ser más espontáneos; algo nos conmueve hasta el extremo de generar un sonido audible a gran distancia con las partes más sonoras de nuestro cuerpo (después de las cuerdas vocales), las palmas de las manos.

Algunos científicos, basándose en el hecho de que los bebés chocan sonoramente sus manos poco después de nacer, han querido encontrar alguna razón evolutiva en el acto de aplaudir y lo equiparan a los golpes de pecho y de cabeza que se dan los primates para asentar su rango social en la manada. Pero el aplauso humano es mucho más comunitario, se practica en grupo y tiene una dinámica muy peculiar. Un estudio de la universidad sueca de Uppsala buscó algunos patrones en esa dinámica. Y llegó a la conclusión de que el aplauso se expande entre la audiencia como una enfermedad contagiosa y que, en muchas ocasiones, su duración y volumen no están directamente relacionados con la calidad del espectáculo. Tras analizar docenas de grupos de jóvenes aplaudiendo, los investigadores detectaron que la probabilidad de que un individuo arranque a aplaudir depende directamente del volumen medio de los aplausos de los demás. De manera que el aplauso se contagia más por el oído que por la vista. En la investigación, se midió la duración e intensidad de los aplausos y luego se realizaron encuestas sobre el grado de satisfacción con el espectáculo observado. No siempre los aplausos más generosos coincidieron con los shows más valorados.

Pero sí había un patrón común: la intensidad del primer aplauso emitido. A mayor volumen del aplauso inaugural (el de la primera persona que arranca a aplaudir), más sonoro era el regocijo colectivo. Del mismo modo, cuando una serie de personas estratégicamente situadas en el recinto disminuían el volumen de sus palmas, la audiencia empezaba a dejar de aplaudir.

Así que ya saben. *Valete, plaudite.* Pero no lo hagan demasiado

fuerte. El récord Guinness de aplauso más potente lo detenta un tal Alastair Galpin, que fue capaz de producir 113 decibelios con sus palmas. Por encima del umbral de confort del oído humano y más potente que una vuvuzela a dos metros de distancia.

26
MALAS COMPAÑÍAS

Bacterias en el intestino y pelusas en el ombligo, algunas cosas de ti mismo que no te gusta tener

Anton van Leeuwenhoek no era un comerciante de telas corriente, de los cientos de comerciantes de telas que pasaron alguna vez por Ámsterdam entre 1600 y 1700. No, Anton tenía algo de lo que los demás carecían: una curiosidad insaciable. Empezaba a ser verdaderamente exasperante su manía de observar todo el material de uno y otro lado, de palparlo una y mil veces y, sobre todo, de mirar las fibras a través de unas lupas inventadas por él mismo, de vidrio soplado y pulido, mucho mejores que cualquier lupa que pudiera adquirirse en aquel momento.

Se había construido una estructura que permitía acoplar las lupas a unas platinas de latón, como si fueran pequeños anteojos. Y con ello lo miraba todo. Ya no sólo las telas que vendía y compraba, sino cualquier cosa que se le pasara por la cabeza: restos de comida, fragmentos de muebles, pieles de animales, su propia sangre. Había inventado el microscopio, y empezaba a descubrir un nuevo mundo diminuto aumentado 200 veces por su rudimentario aparato.

La sorpresa mayúscula le llegó cuando colocó bajo la lupa un resto de sarro de sus propios dientes y contempló una legión de minúsculos cuerpos que se movían con aparente desorden. Eran microorganismos que recordaban las pequeñas formas de vida que había detectado con su microscopio en las aguas del lago Delft. El 9 de octubre de 1676 dejó escrito para la historia la primera

definición de un microbio. Mejor dicho, de lo que hoy llamamos microbios, protozoos y bacterias y que él denominó «animáculos».

Se habría vuelto loco si hubiera vivido en nuestro tiempo. Porque ahora sabemos que esos animáculos están por todas partes. Nuestro cuerpo, sin ir más lejos, es el hogar de cientos de miles de especies de bacterias (tres cuartas partes de las cuales se alojan en el intestino) aparte de otros tantos hongos, ácaros y virus… Abundan en la piel, en la saliva, en las heces. Si eliminásemos todo ese material vivo de nuestro organismo, pesaríamos como media dos kilos menos. En el cuerpo humano hay 10 veces más bacterias que células.

Los microbiólogos de hoy en día, los herederos del curioso Leeuwenhoek, estiman que existen 100 billones de microorganismos en nuestro intestino, boca, piel y otras partes del cuerpo. Esas comunidades de «animáculos», a las que se llama con el nombre genérico de microbiota, cumplen en su mayoría muy beneficiosas funciones para soportar la vida. Por ejemplo, son necesarias para realizar la digestión de los alimentos, prevenir enfermedades causadas por bacterias exteriores, sintetizar los nutrientes o asimilar las vitaminas que recibimos mediante la alimentación.

Durante siglos, estas comunidades de compañeros de viaje han sido poco atendidas por la ciencia. Pero desde hace muy poco se han convertido en objeto de algunas de las investigaciones científicas más apasionantes que hay. Sabemos que la microbiota esta compuesta por microorganismos propios con su perfil genético definido, que conviven en perfecta armonía con nuestro cuerpo, hasta el punto de que podría decirse que cada uno de nosotros tiene su propio microbioma (es decir, la suma de los genes de todos sus minihuéspedes), que es más importante que nuestro genoma. De manera que, para definirnos como individuos, quizás haya que estudiar el microbioma más que el genoma: cada uno de nosotros tiene su propia comunidad de bichitos personal e intransferible.

El gran reto de la microbiología del siglo XXI es publicar el mapa del microbioma humano (el libro donde aparecen todas las secuencias genéticas de todas las bacterias que nos habitan). Pero la tarea no es fácil: estamos hablando de cientos de miles de especies de microorganismos distintas.

Merecerá, sin duda, la pena intentarlo. Porque hoy sabemos que

pequeños cambios en la formación del microbioma (por ejemplo, en la cantidad de un tipo de bacteria que anide en el intestino de un individuo frente al de otro individuo) generan cambios radicales en la actividad de las células que pueden hacer a su portador más propenso a padecer una enfermedad concreta, a ser obeso o a estar protegido contra las infecciones. Si es así, la medicina genómica del futuro quizás no tenga que fijarse en la parte «humana» del genoma, sino en la parte «bacteriana». Hay algunos expertos visionarios que creen que en las próximas décadas la labor del médico se transformará terriblemente y nos curará mediante herramientas que modifiquen el comportamiento de las bacterias en el organismo bien sea mediante fármacos, dietas o trasplantes.

Porque sí, las bacterias intestinales se pueden trasplantar. Aunque el método quizás no le guste mucho conocerlo. Se llama trasplante de heces.

Muchos estudios han demostrado que la manera más eficaz de combatir la diarrea provocada por la bacteria *Clostridium difficile* (un organismo contagioso que genera infecciones intestinales resistentes a los antibióticos y que puede ser mortal) es trasplantando las heces de una persona sana a una enferma. El proceso no es sencillo. Requiere la extracción de las heces del intestino del donante a través del recto. Con ellas se prepara una solución líquida que se inserta directamente en el intestino receptor mediante una sonda desde la nariz. Parece horrible, pero los resultados son espectaculares: las heces salvan vidas.

Desde octubre de 2014 existen algunos investigadores que proponen que el material biológico de las heces se suministre en píldoras de un formato especial. Parece más atractivo, si uno no mira en el prospecto qué contienen.

No es más que un simple ejemplo de hasta dónde puede llegar el poder de los microorganismos humanos para afectar a nuestra salud para bien y para mal. Miremos donde miremos, una colonia de bacterias y hongos nos acompaña, desde la cabeza a los pies, literalmente.

En el pelo, un hongo llamado *Malassezia* trabaja anónimamente en la formación de algo que para algunos es una pesadilla: la caspa. A pesar de que lo normal es que las células de la piel mueran periódicamente y generen escamaciones, algunas personas

presentan un aumento inusitado de esta función acompañado de picores e irritaciones. El culpable es ese hongo *Malassezia globosa)* que en condiciones normales no hace nada malo. Se alimenta del sebo que secretan las glándulas sebáceas de la piel. Es decir, está en cualquier lugar donde haya una de estas glándulas: cabeza, cejas, barba, axilas, orejas, nariz… Cuando el número de individuos de este hongo es muy elevado, la piel suele sentirse amenazada y aumenta su capacidad de regeneración. Como consecuencias, nacen más velozmente nuevas células, pero también mueren a mayor velocidad las viejas. El número de escamas aumenta y no se pierden inadvertidamente en el aire como ocurre en condiciones normales, sino que se aglutinan en esas preocupantes motas blancas de la caspa.

Un poco más abajo, en el espacio que tenemos entre el entrecejo y la punta de la nariz habita otra bacteria que a todos nos ha dado alguna vez algún disgusto: *Propionibacterium acnes.* Recientemente se ha descubierto que este microorganismo puede ser de tres tipos. Una de esas modalidades ejerce una función beneficiosa para la piel y la protege de agresiones externas. Dos son las causantes del acné.

En estudios anteriores ya se había detectado que esta *Propionibacterium* estaba presente en el 80 por ciento de las pieles aquejadas de acné juvenil. Pero no se conocía su método de actuación. El bichito anida en la parte más profunda del poro y cuando agrede al sistema inmune origina las famosas espinillas. Un equipo de investigadores de la Universidad de California en Los Ángeles, liderado por Huiying Li, profesor de farmacología médica, ha analizado a esta bacteria en la nariz de 101 personas voluntarias (49 tenían granos y el resto mostraba una piel clara).

Para ello, se realizó un análisis genómico del ADN microbiano, lo que permitió identificar todas las cepas posibles de microorganismo. Se hallaron tres cepas de *Propionibacterium acnes* distintas implicadas en este proceso. Dos aparecieron en uno de cada cinco voluntarios con acné y muy pocas veces se manifestaron en personas con la piel clara. La tercera puede destruir las bacterias perjudiciales y proteger así la piel, al igual que las bacterias del yogur protegen el intestino.

En la actualidad se sigue sabiendo poco sobre las causas de esta alteración de la piel, se ha avanzado muy poco en el desarrollo de

nuevas terapias y las existentes no son del todo eficaces. La mayoría de los casos de acné grave no responden a los medicamentos y éstos, además, producen efectos secundarios. El futuro pasa por generar una crema probiótica para proteger la piel contra las bacterias «malas» y prevenir los granos. Futuros estudios podrán abordar también el uso de virus para contrarrestar el efecto de la bacteria del acné e incluso el desarrollo de un test que pueda predecir si una persona desarrollará acné grave.

La boca es una de las moradas preferidas por los microorganismos de todo tipo. No se ven, no tienen sabor, aunque, sin duda, algunas huelen. Existen hasta 700 especies distintas de microorganismos específicos de nuestras fauces. Aunque la mayoría albergamos entre 30 y 70 a la vez. La mayor parte de estas bacterias parecen inofensivas. Otras, las conocidas como probióticos, son utilísimas porque ayudan a realizar la digestión, asimilar los nutrientes de los alimentos y mejorar la absorción de los mismos. Un tercer grupo de organismos sirve para proteger los dientes y las encías de la degeneración propia del paso de los años. Y algunas otras, muy pocas, son terriblemente dañinas.

La boca está compuesta de varias cavidades y tejidos diferentes. Cada uno está colonizado por su propia microfauna. Las bacterias de la lengua no son las mismas que las de los dientes o las de las encías. Algunas de ellas están implicadas en enfermedades como la periodontitis que afecta al 40 por ciento de la población adulta. Pero otras pueden afectar órganos muy lejanos (aunque su nido esté en la boca). Algunas enfermedades cardiacas, afectaciones infantiles en los huesos, problemas de sobrepeso o deficiencias respiratorias están relacionadas con ciertos tipos de bacterias orales.

Los bichitos dañinos más comunes de nuestras bocas son *Streptococcus mutans* y *Porphyromonas gingivalis*. El primero vive en los tejidos blandos de la boca y se alimenta de almidones y féculas que comemos en nuestro menú diario. Por sí mismo no es un microorganismo perjudicial, pero como resultado de su propia digestión se generan ácidos que atacan el esmalte dental. Esta bacteria es la principal responsable de la degradación y caída de los dientes.

El segundo no suele estar presente en una boca sana pero, cuando aparece, está relacionado directamente con la inflamación

de las encías. Cuando surge esta inflamación puede estar provocada porque el *P. gingivalis* ha producido una periodontitis, es decir, la destrucción de parte de la encía y del hueso que soporta a los dientes. Las consecuencias pueden ser muy dolorosas.

Las axilas tienen su propia fauna que se da diariamente un festín con el fluido que segregan las glándulas apocrinas. Y que comparten vecindario con otros microorganismos de la piel. De hecho, la piel es un fantástico caldo de cultivo para la microbiota.

No en vano, nuestro pellejo es el órgano más grande que tenemos. Extendido mediría cerca de 2 metros cuadrados. Eso, y el hecho de que esté en permanente contacto con el aire exterior, la convierten en tierra fértil para las bacterias. La colonización se ve favorecida por la propia ecología de la superficie de la piel, que es muy variable dependiendo del lugar del mundo en el que vivamos, el clima y otros factores ambientales. El principal rol de la piel es el de servirnos de barrera contra la invasión de microorganismos externos. Pero, además, es el órgano de comunicación con el exterior. Sentimos cómo es el mundo que nos rodea a través de ella. Todas esas funciones se realizan gracias a la ingente cantidad de bacterias y hongos que anidan en ella y viven en perfecta simbiosis. Nos dan algo a cambio de que nosotros les alimentemos. Esta simbiosis es muy delicada, la menor perturbación en el intercambio de favores puede generar un deterioro del sistema. El simple hecho de lavarnos con jabón con un PH muy alto, la sequedad producida por el aire acondicionado o una mala alimentación se reflejará inmediatamente en la calidad de nuestra piel.

En general, la piel es un terreno frío, ácido y relativamente seco. De manera que la mayoría de las bacterias que viven en ella están adaptadas a ese entorno. Pero hay porciones de nuestro tejido cutáneo que resultan más húmedas, tienen mayor grosor, presentan vello o glándulas, así que el mapa de la piel es casi como el mapa del mundo: hay fauna de secano, de selva tropical, de río, de bosque…

Pero lo más interesante desde el punto de vista de la microbiología es que la piel es un territorio de frontera. Como una aduana entre dos países en conflicto. La capa superior de la epidermis es una barrera física que resiste la penetración de microorganismos extraños y de toxinas a la par que evita que se

pierdan los nutrientes y la humedad del interior del cuerpo. La piel es el puesto fronterizo donde conviven los individuos a los que no se les permite entrar con los fugitivos que quieren escapar. La actividad en esos milímetros de espesor es febril.

La topografía de la piel también es muy variada. Algunas regiones tienen una temperatura mayor y son muy poco permeables. Por ejemplo, las axilas y las ingles. Por eso sudan más, son más húmedas y albergan microorganismos adaptados a esas condiciones. Por ejemplo, algunos bacilos gram-negativos o el *Staphylococcus aereus.* Este bichito es el responsable de la mayoría de las infecciones cutáneas, foliculitis y conjuntivitis. Pero también de condiciones algo más graves como sepsis, endocarditis o neumonías. Por cierto, también está implicado en esa inflamación de la piel que tanto aborrecemos y a la que llamamos celulitis.

La edad del individuo, su raza y su edad influyen definitivamente en el tipo de microfauna que presenta nuestra piel. En el útero materno, la piel del feto es prácticamente estéril, pero apenas unos segundos después de nacer comienza a ser invadida por todo tipo de bacterias. Muchas de ellas son legadas por la madre tras el contacto con su propia piel. A partir de ese momento, a medida que el bebé explora el entorno en sus primeros meses de vida y es expuesto a diferentes ambientes, su piel se enriquece de agentes externos. Son sus nuevos compañeros de viaje, algunos de los cuales no le abandonarán ya nunca y afectarán a su destino.

Los niños que han estado en contacto con bacterias propias del polvo doméstico en los primeros años de su vida son menos propensos a padecer asma. No se sabe muy bien por qué el polvo protege, pero cada vez hay más datos a favor de la «hipótesis de la higiene» como causante de las enfermedades respiratorias crónicas. Esta hipótesis postula que los menores que viven sobreprotegidos en un ambiente demasiado limpio, sin contacto con polvo o algún tipo de suciedad tienen más riesgo de padecer alergias y asma. Es como si su sistema inmunitario no hubiera recibido de pequeño el entrenamiento necesario. El polvo doméstico está formado por ácaros y otras sustancias que en buena medida proceden de animales, cucarachas o insectos. Por ello siempre se había pensado que el contacto con este agente era perjudicial para la salud. Pero estudios muy recientes parecen indicar lo contrario. Se ha estudiado

una población suficientemente grande de bebés criados en ambientes domésticos de ciudad. Los que han vivido en entornos muy estériles desarrollan más problemas asmáticos de mayores que aquellos a los que sus padres dejaron corretear en el suelo o recoger el chupete caído sin esterilizarlo constantemente. Pero el efecto beneficioso de este contacto espontáneo con las bacterias domésticas sólo se produce durante el primer año de vida.

En la pubertad, los cambios hormonales generan modificaciones en el sebo cutáneo. De hecho, esta fase es la responsable de que en la edad adulta las pieles de un hombre y una mujer tengan colonias de microbiota muy diferentes. Y es que el proceso hormonal de unos y otras es distinto y con ello se generan diferentes patrones de grasa cutánea, sudoración y de vellosidad.

Pero hay otros factores que afectan determinantemente al tipo de fauna que anida en nuestro pellejo. El trabajo, la contaminación atmosférica, la alimentación, el tipo de ropa que llevamos. Los tratamientos antibióticos repercuten en la cantidad de bacterias que mueren en la piel. Los cosméticos, jabones, perfumes afectan al equilibrio ecológico de un modo que aún no está bien estudiado. En las estaciones del año más húmedas y templadas nacen más bacterias en la espalda, axila y pies. En invierno, las bajas temperaturas favorecen el crecimiento de colonias de gram-negativas. La radiación UVA del sol mata a muchas especies. En fin, que está claro que la piel es una especie de planeta en miniatura donde viven miles de millones de seres expuestos a su propia peripecia vital y en la que existen territorios de gran valor ecológico que podemos poner en peligro con nuestras malas prácticas.

Uno de esos territorios vírgenes es el ombligo. Una suerte de selva tropical bacteriana. Un grupo de investigadores de la Universidad de Carolina del Norte descubrió que en ese pequeño rincón de nuestra anatomía conviven 2.368 especies de microorganismos de los cuales 1.458 eran desconocidos para la ciencia hasta entonces. Parece mentira que un hábitat tan cercano a nosotros pueda ser tan desconocido aún. En la investigación se analizaron 60 ombligos de dos grupos de población diferentes en busca de bacterias y arqueobacterias. El resultado de la investigación arrojó sorprendentes datos no sólo por la cantidad de especies descubiertas sino por la tipología de algunas de ellas. En el

ombligo de uno de los voluntarios estudiados, por ejemplo, se encontró un tipo bacteriano que antes sólo se había logrado aislar en una muestra de limo de una zona rural japonesa. En otros dos casos se hallaron bacterias extremófilas que se pensaba que sólo podrían vivir en los hielos de los continentes polares.

Algunos ombligos analizados contenían sólo 29 especies de microbios, otros albergaban 170, aunque la media de tipos de bacterias que tenemos en esa zona del cuerpo los seres humanos ronda los 67. Combinando los bichitos de cada individuo resultó una biodiversidad increíble. El 90 por ciento de las bacterias estaban en menos del 10 por ciento de los cuerpos estudiados y en muchos casos se hallaron microorganismos exclusivos de una persona.

Pero conocer que existe esa minifauna en nuestro ombligo no es suficiente alimento para la curiosidad de los científicos. Ahora, lo que quieren hacer es saber para qué valen los bichos de nuestro ombligo. Y estamos aún muy lejos de comprenderlo del todo. Los autores del estudio trabajan con un número mayor de muestras (cientos o miles de ombligos) para tratar de encontrar patrones comunes entre la presencia de algunas bacterias y la propensión a padecer alguna enfermedad o el desarrollo individual del sistema inmunitario. Haciendo ese tipo de conexiones podrán arrojar luz sobre las complicadas relaciones entre las bacterias y la salud. Aunque es evidente que no podrán explicar por qué a veces se acumula pelusa en esa primitiva y personal parte del cuerpo.

Para eso hay otros investigadores algo más peculiares. Uno de ellos, Georg Steinhauser, químico de la Universidad Tecnológica de Viena, ha dedicado cuatro años de investigación al terrible dilema de la pelusa en el ombligo. Y ni corto ni perezoso empezó a estudiar 503 muestras de pelusilla recogidas en el agujero de su propio vientre. La conclusión es la siguiente: el propio vello del abdomen, al entrar en permanente fricción con las fibras de la ropa, produce una pequeña abrasión que extrae micropartículas del tejido con el que nos vestimos. La mayor parte de ellas se caen al suelo, pero algunas quedan atrapadas en esa especie de hoyo de campo de golf de nuestro cuerpo. Pero ¿por qué a algunas personas parece acumulársele más a menudo? La cantidad de vello, el tejido de las camisas o camisetas y, por supuesto, los hábitos de higiene tienen

algo que ver.

Steinhauser analizó las muestras de su ombligo y descubrió que están compuestas fundamentalmente de celulosa de algodón, y algo de azufre y nitrógeno propios del sudor.

Las camisetas más nuevas producen más cantidad de pelusa. Conforme la ropa se va usando, pierde fibras de sus capas superficiales y genera menos interacción con el vello del cuerpo. Una camiseta que haya sido puesta 100 veces habrá perdido 182 miligramos de material. La media de peso de cada pelusa es de 3 miligramos.

Pero volvamos a las bacterias. Aunque algunos puedan pensar lo contrario, los genitales no son lugares ideales para su colonización. La vagina tiene unas cinco especies de microorganismos. La fauna de esa zona está dominada por tres tipos de *Lactobacillus (crispatus, jensenii* y *gasseri*) que protegen las mucosas frente al establecimiento de agentes patógenos externos. Lo hacen con tres estrategias defensivas. Primero, se adhieren al epitelio y ocupan el espacio que podrían ocupar otras bacterias dañinas. Segundo, segregan compuestos químicos que matan a los extraños, y tercero, son capaces de pegarse también a los patógenos e inhibir su reproducción. Aun así, en muchas ocasiones se ven desplazados por invasores indeseables y surgen las infecciones genitales.

Además de estas bacterias, en la vagina de una mujer sana existen otros microorganismos propios del tracto intestinal o de otras áreas del cuerpo. Hasta 20 especies responden a esta modalidad.

Los hombres sanos presentan en sus penes una variedad de bacterias similares a las de la vagina de las mujeres. Hasta hace poco se pensaba que el pene no albergaba bacterias propias, sino que era colonizado por microorganismos de la uretra. Ahora sabemos que también en esta parte anidan estos agentes y que la ecología microscópica es diferente en función de si el varón está circuncidado o no.

Pero los genitales no son grandes anfitriones. Sin ir más lejos, en los talones tenemos más bacterias. Hasta 80 tipos distintos (como los *Aspergillus, Cryptococcus*, *Rhodotorula* y *Epicoccum*), 60 en las uñas y otros 40 entre los dedos de los pies. También en esta zona está presente el causante del legendario pie de atleta, el

Trichophyton rubrum, un hongo que se desarrolla en los espacios húmedos (es el responsable, también, de la tiña inguinal) y cuyo primer indicio son zonas escamadas de color rojo intenso.

Nada de esto puede competir con la riqueza biológica de nuestros intestinos. Sabemos desde antaño que los miles de bacterias que colonizan el aparto digestivo tienen una función destacada en el metabolismo. Pero lo que ha resultado una sorpresa muy recientemente ofrecida por la ciencia es que estos organismos también afectan a nuestra personalidad. De alguna manera tenemos un «cerebro» en las tripas.

El cerebro es el órgano más protegido del cuerpo humano. Cuenta con una capa de células que actúan como un incansable cancerbero que regula precisamente qué sustancias pasan al órgano pensante y cuáles no tienen permiso de entrada. Pueden filtrarse nutrientes y moléculas beneficiosas y no la atraviesan toxinas o sustancias dañinas. Se llama barrera hematoencefálica y es uno de los tejidos más valiosos del cuerpo humano.

Recientemente se ha descubierto mediante estudios de laboratorio con ratones el papel que juegan los microorganismos del intestino en el desarrollo y buen funcionamiento de esa barrera. Un grupo de científicos del Instituto Karolinska de Suecia comparó qué ocurría en la sangre que riega el cerebro de dos tipos de roedores: el primero nació de madres mantenidas en ambiente estéril sin entrar en contacto con bacterias exógenas; el segundo nació en un ambiente normal expuesto a las bacterias naturales de este tipo de animales.

Los ratones del primer grupo presentaron una barrera hematoencefálica más pobre. Para descubrirlo, inyectaron a los animales un preparado con moléculas fluorescentes que sirven de marcador. En ratones sanos esas sustancias nunca podrían pasar la frontera del cerebro. Pero en los ratones sin bacterias en el intestino, las moléculas marcadoras aparecieron en el tejido cerebral. De manera que quedó demostrado que la ausencia de flora intestinal está relacionada con una función más pobre de la barrera hematoencefálica.

El tema es más peliagudo de lo que parece porque podría suponer que vivir en ambientes demasiado protegidos, llevar una dieta poco sana o tomar demasiados antibióticos podría tener

repercusiones en el funcionamiento de nuestro cerebro.

Es más, los «bichitos» del intestino podrían influir en lo que pensamos. Así por lo menos lo cree la autora de una curiosa investigación con moscas. Se llama Zenobia Lewis, trabaja en la Universidad de Liverpool y dice cosas como ésta: «Cada vez hay más evidencias de que la microbiota está implicada en ciertas conductas sociales como, por ejemplo, el reconocimiento de parentesco y el comportamiento reproductivo». ¿La flora bacteriana condiciona cómo y de quién nos enamoramos?

En moscas, quizás, sí. Este animal es capaz de identificar a otro individuo en función de las bacterias que porta y así evitar endogamia. La microbiota intestinal de los insectos condiciona la producción de feromonas. De alguna manera, la alimentación afecta a las bacterias del estómago y, por ende, al olor que desprende el hospedador. Para algunos animales el olor es clave a la hora de seleccionar pareja.

Pero la relación entre cerebro y tripas no queda ahí. Las bacterias del intestino envían señales que pueden modular los niveles de ansiedad, el humor, el aprendizaje o el dolor. También se las ha relacionado con enfermedades como el autismo y la esclerosis múltiple.

La respuesta a la ansiedad en ratones, por ejemplo, es más alta cuanto menos microbiota tenga el animal. Los microorganismos del intestino nos ayudan a estar menos estresados. O lo que es lo mismo, la falta de fauna en el estómago nos estresa.

La relación entre lo más minúsculo de nosotros mismos (los genes de las bacterias que anidan en el aparato digestivo) y nuestro estado de ánimo puede llegar a extremos que hace apenas unos años parecerían heréticos.

Parece que esos acompañantes microscópicos de nuestras vidas son muy sensibles a los cambios y algo quisquillosos. Por ejemplo, cuando viajamos a un país lejano con un huso horario muy diferente al nuestro, todos sentimos la desorientación propia del *jet lag*. Las bacterias intestinales también. Y es que estos individuos siguen su rutina diaria basándose en los ritmos circadianos, en el devenir regular de los días y las noches. Cuando el reloj interno de sus células se ve afectado por un cambio de ritmo, pueden rebelarse y generar algunos efectos indeseables, como la obesidad.

Muchos estudios han demostrado que existe una relación directa entre los cambios de turno en el trabajo y la predisposición a algunos problemas metabólicos como la diabetes, la resistencia a la insulina y la obesidad. Pero hasta ahora no se conocía bien por qué se producía esa relación. Hoy sabemos que la composición de la microbiota intestinal varía sutilmente en función de la hora del día. Algunas especies de microbios son más activos durante las horas de luz solar y otras prefieren la noche. Se ha descubierto que si se expone a ratones a una sensación similar al *jet lag* cambiando las horas de iluminación de sus jaulas, al poco tiempo empezarán a comer a horas no previstas (igual que nos ocurre a nosotros cuando viajamos a un país lejano). Y sus bacterias intestinales empiezan a activarse en ciclos erráticos. Los ratones comienzan a ganar peso inesperadamente y se incrementan en su sangre los niveles de azúcar. Lo más sorprendente es que si se trasplantan esas bacterias descoordinadas en ratones sanos, éstos empezarán también a sufrir los mismos males para su salud, aunque no vivan en jaulas con luz artificial.

¿Ocurrirá lo mismo con las bacterias humanas? Pues sí. Se han hecho experimentos con heces de personas que han viajado de uno a otro rincón de la Tierra en poco tiempo y se ha encontrado que la tipología de sus bacterias intestinales ha cambiado. En concreto, los viajeros presentan una mayor proporción de endobacterias. Se sabe que la sobreabundancia de estos microorganismos está relacionada con la obesidad. Dos semanas después de un viaje, las endobacterias vuelven a sus niveles habituales. Eso quiere decir, en cierto modo, que durante las dos primeras semanas después de una larga travesía engordamos más por culpa del *jet lag* de nuestras bacterias.

En un futuro muy próximo, la medicina atacará el problema de la obesidad modificando la información genética de las bacterias de un individuo. Y es que no somos un ser único, en realidad somos lo que dictan miles de millones de microorganismos que nos acompañan.

27
EL MISTERIO DE EVA

¿Por qué las mujeres viven más que los hombres?

Hay carreras en las que los hombres siempre ganan a las mujeres. No parece probable que en los próximos siglos una mujer media pueda superar la velocidad de un hombre medio en los 100 metros lisos. Pero en otra carrera, probablemente la más importante, la mujer es siempre clara vencedora. Es en la carrera de la longevidad. A los 85 años de edad hay cerca de seis mujeres vivas por cada cuatro hombres. A los 100 años llega el doble de féminas que de varones.

Las mujeres ganan en esta competición a los hombres desde muy pronto. Realmente lo hacen desde el interior del útero materno. Los fetos masculinos tienen mas probabilidades que los femeninos de morir durante el periodo de gestación. Se calcula que se conciben 124 bebés niño por cada 100 bebés niña. Sin embargo, nacen 105 niños por cada 100 niñas alumbradas, es decir, durante los nueve meses de embarazo las chicas han podido compensar casi en su totalidad el déficit de gestaciones de su género en fase embrionaria. A partir de ahí, la ventaja no deja de crecer a favor de las mujeres. El 90 por ciento de las personas que llegan a 100 años en el mundo son féminas. ¿Por qué se produce esta evidente desigualdad de género en la naturaleza?

Una respuesta rápida podría hacernos caer en la tentación de pensar que los hombres llevan una vida más arriesgada. Por motivos sociológicos de difícil explicación, los varones ponen en

juego su salud más a menudo que sus compañeras de planeta. Sí, es cierto que tradicionalmente ellos van más a la guerra y practican más deportes de riesgo. Pero la sociología no debería ser suficiente para explicar esta disparidad biológica y, si lo fuera, debería también encontrar algún dato que demostrara que, conforme las sociedades son más igualitarias, los índices de longevidad se acercan. Y eso no ocurre.

Además, hay motivos suficientes para pensar que existen razones naturales detrás de este fenómeno. De hecho, se sabe que en otras especies como las moscas o los ratones ocurre exactamente lo mismo: ellas viven más que ellos.

Para entender por qué ocurre esto habrá que acudir a alguna definición objetiva de envejecimiento. Ya hemos visto en otros capítulos que envejecemos en parte porque se acumulan algunas pequeñas grietas en nuestro sistema de soporte vital: un daño pequeño en el ADN por aquí, una proteína que funciona mal por allá, un tejido que se vuelve menos flexible en este otro lado, etc. De algún modo la longevidad está regulada por el sutil balance entre la velocidad a la que se acumulan estos daños y la capacidad que nuestro cuerpo tiene para repararlos. Lo cierto es que el organismo es muy eficaz en la reparación de desperfectos porque, realmente, estos achaques microscópicos ocurren a diario y no nos matan generalmente hasta una edad muy avanzada. Pero el sistema no es perfecto y algunas goteras duran meses e incluso años. Van acumulándose y cada vez pesan más en nuestro bienestar.

Podríamos preguntarnos por qué la naturaleza, que es sabia, no ha creado un sistema de reparación mejor, uno que nos sirviera para vivir para siempre. Y no es mala pregunta. En términos evolutivos, todas las especies mejoran cuando se acumulan mutaciones azarosas que les sirven para sobrevivir mejor. Un animal que, de repente, genera por azar una mejor resistencia a la sed sobrevivirá más tiempo en entornos áridos. Las mutaciones beneficiosas prosperan, las no beneficiosas desaparecen.

En este sentido, si el objetivo de la selección natural es hacernos sobrevivir, ¿cómo es posible que en los miles de millones de años que la vida lleva evolucionando en el planeta la naturaleza no haya desarrollado un ser inmortal, uno que acumule todas las mejoras genéticas necesarias para no morir? Quizás sea porque el objetivo

de la evolución no es, precisamente, sobrevivir, sino transmitir los genes a un descendiente, a la siguiente generación de individuos. Bajo la presión de la selección natural, todos los animales están diseñados para hacer el mejor uso posible de los escasos recursos que hay en la naturaleza con un solo objetivo: crecer y desarrollarse lo suficiente como para aparearse y reproducirse. La naturaleza sí ha inventado algo que parece inmortal: la vida sobre la Tierra en cualquiera de sus formatos. Pero individualmente, cada especie animal y vegetal tiene un principio y un final. Y el final viene marcado por el momento en que deja de ser útil para reproducirse.

Nuestros genes son inmortales (siempre que pasen de generación en generación), pero nosotros no somos más que el instrumento, el vehículo, que los genes utilizan para saltar de un ser vivo a otro. Al menos eso opinan algunos biólogos algo reduccionistas.

Visto de ese modo, el cuerpo humano es una carcasa de usar y tirar. Una vez cumplida su función de perpetuar la especie, la naturaleza le deja que se marchite y muera. Eso es lo que algunos científicos han llamado la «teoría del soma desechable». Uno de esos científicos es Thomas Kirkwood, probablemente el biólogo que más ha especulado sobre todas las perspectivas posibles del envejecimiento humano. Kirkwood ha trabajado en laboratorio con docenas de especies animales y vegetales, y ha demostrado que en todos los casos las especies más longevas muestran sistemas de reparación del daño genético y celular más eficaces. Y, curiosamente, los animales más longevos suelen ser los más listos o los más grandes y fuertes. Aquellos que han desarrollado adaptaciones que les permiten ser más útiles: las aves que mejor vuelan, los mamíferos que más combaten, los insectos que mejor polinizan son, además, los que mejor reparan celularmente sus daños. Es como si la naturaleza pensara que sus cuerpos son menos desechables y por lo tanto les dotara de más años de vida.

¿Quiere eso decir que las mujeres viven más porque son más útiles que los hombres? Veamos.

Los que defienden esta teoría postulan que un organismo está constituido por células germinales (reproductoras) inmortales y por células somáticas mortales. El soma es útil únicamente en cuanto que garantiza la reproducción y con ello la transmisión de la información genética presente en la línea germinal. Existe un

equilibrio entre el gasto de recursos que son empleados en la reparación y el mantenimiento somático y los necesarios para la reproducción. Una vez garantizada la reproducción, el soma es desechado con la satisfacción del deber cumplido.

Kirkwood cree que el cuerpo femenino es desechado más tarde por la naturaleza. En los humanos, como en la mayoría de las especies, el estado de conservación del organismo femenino es de vital importancia para el éxito de la reproducción. El feto necesita crecer en un útero sano y el bebé requiere los cuidados nutricionales de un pecho sano en sus primeros días de vida. La intervención del hombre o del macho en la reproducción eficaz depende menos de su estado de salud continuado. Basta con que esté sano en el momento mismo de la concepción.

Algunos ejemplos experimentales parecen soportar esta idea. Por ejemplo, existe una relación bastante directa entre fecundidad y longevidad en muchas especies. En el caso de los ratones se ha podido establecer con claridad. En las mismas condiciones de crianza, las hembras de la rata Wistar (las que se utilizan para experimentar en laboratorio) viven hasta un 16 por ciento más que los machos. Los estrógenos suponen una ventaja de supervivencia para ellas porque estas hormonas femeninas inducen a la expresión de enzimas antioxidantes que protegen contra el estrés oxidativo de las células. Además el estrógeno posee un efecto cardioprotector.

El estrés oxidativo es uno de los mecanismos por los que un cuerpo envejece. Las células sufren este estrés sobre todo por la concentración de algunos elementos como el peróxido de hidrógeno en la mitocondria (que es la central energética celular). Se ha demostrado que las células de un varón concentran más esta sustancia. De manera que el ADN mitocondrial de un ratón macho puede estar hasta cuatro veces más oxidado que el de una hembra de la misma edad.

Hay un momento en el que ambos sexos se equiparan en el avance del estrés oxidativo: cuando disminuye o desaparece la producción de estrógenos en el cuerpo de la mujer. En el caso de los ratones, se ha demostrado que la extirpación de los ovarios conduce a un incremento inmediato de peróxidos en las mitocondrias de las células del hígado.

Si el estrógeno es un protector contra la vejez, las hormonas

masculinas como la testosterona pueden ser inductoras del envejecimiento. Parece una terapia demasiado radical contra las arrugas, pero se sabe que los perros y gatos castrados viven más y que en la Europa medieval y renacentista los célebres castrati (a los que se extirpaban los testículos en la infancia con el fin de lograr voces blancas para la música de exquisita belleza) vivían hasta 15 años más de media de lo que solía vivir un hombre de su época.

Quizás la diferencia entre la secreción de hormonas masculinas y femeninas sea el método que la naturaleza ha diseñado para lograr que el cuerpo de las mujeres dure más porque es más útil. Hasta tal punto es más útil que un estudio realizado con niños en Tanzania demostró una sorprendente relación entre la longevidad de la madre y la salud de los hijos. Los chicos que habían perdido a su padre antes de cumplir 15 años presentaron una tendencia a ser más bajitos y tener una salud más débil, pero su longevidad era igual que la del resto de ciudadanos. Sin embargo, los que perdieron a su madre tendían a vivir menos. Desde un punto de vista evolutivo, es más interesante que dure más la madre.

Además, está claro que existe cierta incompatibilidad entre los valores de los que la naturaleza dota a los machos para aparearse y la longevidad. Un macho que segrega mucha testosterona desarrolla sus caracteres reproductivos más rápidamente y atrae más a las hembras. Pero la testosterona es estimulante del envejecimiento. Unas altas dosis de testosterona en sangre, por ejemplo, están relacionadas con la calvicie androgénica en seres humanos. Hay que elegir entre aparearse o estar joven. Y la naturaleza ha elegido lo primero en nuestro nombre. Prefiere machos sexualmente activos que machos muy longevos.

JORGE ALCALDE (Madrid, 1968) es periodista y escritor. Ha dedicado buena parte de su carrera a la divulgación científica e histórica. Actual director de la revista *Quo*, comenzó su carrera en la sección de cultura del diario *Abc* y hoy es habitual comentarista en diarios, revistas y canales de radio y televisión. Cuenta con algunos de los más importantes premios de divulgación en español, como el Prisma de la Casa de las Ciencias de A Coruña o los premios FECYT y TECNALIA al periodismo científico, y ha sido finalista del Premio Boehringer Ingelheim de Periodismo en Medicina. También invierte su tiempo en la elaboración de contenidos para exposiciones y eventos culturales.